

Источник-измеритель GSM7-20H10

(калибратор-мультиметр цифровой, прецизионный)

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ



СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ	4
1.1 Информация об утверждении типа СИ:	4
2. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ.....	5
3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ.....	5
3.1. Распаковка прибора	5
3.2. Установка напряжения питающей сети.....	5
3.3. Установка прибора перед эксплуатацией.....	5
4. НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА.....	6
4.1. Описание прибора.....	6
4.2. Особенности	6
5. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	7
5.1. Основные метрологические спецификации.....	7
5.2. Общие характеристики	10
6. СОСТАВ КОМПЛЕКТА.....	11
7. ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНДИКАЦИИ.....	12
7.1. Описание передней панели	12
Дисплей и параметры.....	12
Панель управления	15
Разъёмы (гнезда).....	16
7.2. Описание задней панели.....	17
8. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ.....	18
8.1. Включение прибора.....	18
Проверка напряжения сети.....	18
Подключение кабеля питания	18
Включение прибора	18
Выключение прибора	18
8.2. Подключение к разъёмам	18
Разъёмы на передней и задней панели	18
Подключение к нагрузке.....	19
Типы подключения.....	19
Выбор разъёмов измерения и защиты	20
Выбор типа проводов	21
8.3. Настройки при включении прибора	22
Включение питания и переключение в режим ожидания	22
Автоматическое отключение выхода	22
9. РАБОТА С ПРИБОРОМ.....	22
9.1. Перед началом работы.....	22
Условия эксплуатации (рабочие)	22
Общие сведения о функциях прибора.....	22
Ограничения в режиме источника и измерителя.....	23
Порядок настройки параметров	24

9.2. Воспроизведение силы тока и напряжения (режим Источника/Source).....	24
Конфигурация цепи	24
Пределы изменения выходных значений.....	26
Функция потребления (Sink)	28
Меры предосторожности при эксплуатации.....	29
Интерфейс программирования на передней панели	30
Описание параметров и функций	30
Процедура вывода.....	42
Описание индикаторов состояний	42
9.3. Функция измерения силы тока и напряжения.....	43
Интерфейс функции измерения	43
Измеритель напряжения, силы тока	43
Математические операции	46
Описание параметров и функций	47
Настройка параметров математических функций.....	49
Процесс измерений	52
Описание индикаторов состояний	52
9.4. Функция тестирования по пределам	53
Интерфейс функции тестирования по пределам	53
Описание параметров и функций	54
Внешний порт ввода/вывода (External I/O).....	63
Процесс тестирования по пределам.....	65
Описание индикаторов состояний	65
9.5. Воспроизведения выходных последовательностей (Sequence).....	66
Интерфейс функции	66
Опции	66
Описание параметров и функций	69
Параметры линейной/логарифмической ступенчатой последовательности.....	69
Параметры последовательности SRC-MEM.....	70
Последовательность, задаваемая пользователем	71
Другие параметры	71
Формирование сигналов и экспорт файлов	73
Процедура вывода последовательности	75
9.6. Режим запуска (TRIG)	75
Интерфейс программирования	75
Процесс запуска.....	75
Описание параметров и функций	76
Требования к интерфейсу.....	78
10. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	80
10.1. Замена предохранителя	80
10.2. Уход за прибором	80
11. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА	80

1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящее Руководство по эксплуатации (РЭ) содержит сведения о конструкции, принципе действия, характеристиках источника-измерителя прецизионного **GSM7-20H10** и указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации прибора.

Настоящее руководство является обязательным к применению. Перед началом эксплуатации измерителя следует внимательно изучить настоящее руководство.

Содержание данного **Руководства по эксплуатации** не может быть воспроизведено в какой-либо форме (копирование, воспроизведение и др.) в любом случае без предшествующего разрешения компании-изготовителя или официального дилера.

Внимание:



1. Все изделия запатентованы, их торговые марки и знаки зарегистрированы. Изготовитель оставляет за собой право без дополнительного уведомления изменить спецификации изделия и конструкцию.

2. В соответствии с ГК РФ (ч. IV, статья 1227, п. 2): **«Переход права собственности на вещь не влечет переход или предоставление интеллектуальных прав на результат интеллектуальной деятельности».**



Изготовитель оставляет за собой право вносить в схему и конструкцию прибора не принципиальные изменения, не влияющие на его технические характеристики. При небольшом количестве таких изменений коррекция эксплуатационных документов не производится.

1.1 Информация об утверждении типа СИ:

Источники измерители GSM7- 20H10:

Номер в Государственном реестре средств измерений: 90670-23

2. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

К работе с прибором допускаются лица, ознакомившиеся с руководством по эксплуатации прибора, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности.

В приборе имеются напряжения опасные для жизни.

Соблюдение следующих правил безопасности значительно уменьшит опасность поражения электрическим током.

1. Старайтесь не подвергать себя воздействию электрического тока — это опасно для жизни. Снимайте защитный кожух и экраны только по мере необходимости. Не касайтесь конденсаторов сразу после выключения прибора, помните, что напряжения на них сохраняется в течение 3-5 минут.
2. Постарайтесь использовать только одну руку (правую), при регулировке цепей находящихся под напряжением. Избегайте прикосновения к любым частям оборудования, потому что это может привести к поражению электрическим током.
3. Работайте по возможности в сухих помещениях с изолирующим покрытием пола или используйте изолирующие коврики под вашим стулом и ногами. При обслуживании помещайте переносное оборудование на изолированную поверхность.
4. Постарайтесь изучить цепи, с которыми Вы работаете, для того чтобы избегать участков с высокими напряжениями. Помните, что электрические цепи могут находиться под напряжением даже после выключения оборудования.
5. Металлические части оборудования с 2-хпроводными шнурами питания не имеют заземления. Это не только представляет опасность поражения электрическим током, но также может вызвать повреждение оборудования.
6. Никогда не работайте один. Необходимо, чтобы в пределах досягаемости находился персонал, который сможет оказать вам первую помощь.

3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

3.1. Распаковка прибора

Перед отправкой прибор прошел все необходимые проверки и испытания на предприятии-изготовителе. После получения прибора следует его распаковать и проверить, нет ли каких-нибудь повреждений, вызванных транспортировкой. Если обнаружатся признаки повреждения, немедленно известите об этом продавца или дилера.

3.2. Установка напряжения питающей сети

Прибор может быть подключен к сети переменного напряжения с номинальными значениями, указанными ниже в таблице. Для выбора необходимого предохранителя, сначала проверьте номинальное значение питающего напряжения, указанное на задней стенке.

 **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** Прибор снабжен комплектом питающего кабеля, в который входит литой тройной штекер с фиксированным положением контактов и стандартный разъем IEC320 (тип C13) для подключения сетевого напряжения и защитного заземления. Входной разъем питания переменного тока размещен непосредственно на корпусе прибора. В целях защиты от поражения током, штекер питания должен быть подключен к розетке, имеющей заземляющий контакт.

Если изменилось напряжение в сети, замените предохранитель в соответствии с таблицей:

Номинальное напряжение	Диапазон напряжений	Предохранитель
230 В	110-240 В	T100 мА, 250 В

 **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** Во избежание поражения электрическим током перед заменой предохранителя выключить шнур из розетки сети питания.

3.3. Установка прибора перед эксплуатацией

Убедитесь, что вентиляционные отверстия в задней части кожуха свободны. Если оборудование используется не так, как указано в руководстве по эксплуатации, то заявленные технические данные оборудования могут ухудшиться.

4. НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА

Источник-измеритель прецизионный **GSM7-20H10** (SMU, далее — прибор) представляет собой компактный одноканальный параметрический тестер по постоянному току (источник напряжения, источник тока, прецизионный вольтметр, амперметр, омметр) и предназначен для воспроизведения и измерения напряжения и силы постоянного тока, измерения электрического сопротивления постоянному току.

4.1. Описание прибора

Прибор **GSM7-20H10** включает в себя прецизионный источник постоянного тока, источник постоянного напряжения, измеритель постоянного тока, измеритель постоянного напряжения, измеритель сопротивления, устройство поглощения тока (электронную нагрузку), а также микропроцессор для управления режимами работы и устройство индикации. В режиме измерения электрического сопротивления на исследуемое устройство (ИУ) подается испытательный ток и измеряется падение напряжения на объекте, при этом сила испытательного тока выбирается автоматически в зависимости от значения измеряемого сопротивления или задается пользователем. Прибор оснащен графическим жидкокристаллическим дисплеем с максимальным разрешением 6½ разрядов.

GSM7-20H10 обеспечивает работу в четырех квадрантах диаграммы ток-напряжение. В первом и третьем квадрантах вольт-амперной характеристики (ВАХ) прибор работает как источник, отдавая мощность в нагрузку. Во втором и четвертом квадрантах измеритель представляет собой электронную нагрузку, рассеивая внутри себя мощность от внешних источников электроэнергии. Напряжение, ток и сопротивление измеряются как в режиме источника, так и в режиме отбора мощности в нагрузке.

Прибор обеспечивает построение ВАХ с отображением кривых измеряемых параметров на экране (режим характеристики графика).

Связь с компьютером и другими внешними устройствами осуществляется с помощью интерфейсов USB, LAN и RS-232. Предусмотрен вариант исполнения с дополнительным интерфейсом GPIB (опция – заводская установка).

По совокупности своих технических характеристик и функциональным возможностям **GSM7-20H10** является 100% вариантом замены источника-измерителя KEITHLEY 2400.

4.2. Особенности

- Работа в четырех квадрантах диаграммы «напряжение-ток» (ВАХ)
- Динамический диапазон: 10 нА ... 1 А, 1 мкВ ... 200 В, 10 мкОм ... 200 МОм, до 20 Вт
- Погрешность измерения постоянного напряжения: ±0,012% (при разрешении 6½ разрядов)
- Быстродействие: 50 тыс. измерений в секунду при разрешении 4½ разрядов
- Встроенный прецизионный 6½-разрядный мультиметр
- Регулируемая скорость выборки
- Возможность выбора формата индикации измеренного значения: 3½, 4½, 5½ или 6½ разрядов
- Отображение кривых I-V, X-t и других графиков на экране
- Измерение сопротивлений по 2-, 4- и 6-проводной компенсационной схеме подключения
- Цифровая клавиатура для ввода численных значений
- Функция задержки измерений в режиме «Источник»
- Воспроизведение встроенных выходных профилей
- Встроенная функция LIMIT с поддержкой 11 групп допусковых тестов
- 5 встроенных математических функций
- Встроенный таймер реального времени
- Функция защиты от перенапряжения и перегрева (OVP / OTP)
- Интерфейсы RS-232, USB, LAN, GPIB (опция)
- Большой графический ЖК-дисплей

5. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

5.1. Основные метрологические спецификации

Данные параметры указаны при температуре $+23\pm 5^\circ\text{C}$ после прогрева прибора в течение 60 минут.

Максимально допустимые значения параметров	
Напряжение	$\pm 210\text{ В}$
Сила тока	$\pm 1,05\text{ А}$
Мощность	22 Вт
Минимальное разрешение	
при воспроизведении и измерении напряжения	1 мкВ
при воспроизведении и измерении силы тока	10 нА

Технические характеристики источника напряжения постоянного тока	
Выходное напряжение	$\pm 21\text{ В}$ при силе тока до $\pm 1,05\text{ А}$; $\pm 210\text{ В}$ при силе тока до $\pm 105\text{ мА}$
Уровень ограничения силы тока	Минимум 0,1% от предела
Разрешение воспроизведения постоянного напряжения на пределе: $\pm 200,000\text{ мВ}$ $\pm 2,00000\text{ В}$ $\pm 20,0000\text{ В}$ $\pm 200,000\text{ В}$	1 мкВ 10 мкВ 100 мкВ 1 мВ
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности ¹ воспроизведения постоянного напряжения U на пределе: $\pm 200,000\text{ мВ}$ $\pm 2,00000\text{ В}$ $\pm 20,0000\text{ В}$ $\pm 200,000\text{ В}$	$\pm(2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 600\text{ мкВ})$ $\pm(2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 600\text{ мкВ})$ $\pm(2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 2,4\text{ мВ})$ $\pm(2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 24\text{ мВ})$
Нестабильность напряжения по нагрузке	0,01% от установленного предела + 100 мкВ
Нестабильность напряжения по сети	0,01% от установленного предела
Величина отклонения от установленного значения (при ступенчатом изменении уровня в пределах полного диапазона, резистивная нагрузка, предел 10 мА)	Менее 0,1% тип.
Время установления (переходная характеристика, при 1000% изменении нагрузки)	Менее 250 мкс (с погрешностью 0,1% + нестабильность U _{вых} по нагрузке, предельное значение силы тока 1 А и 100 мА)
Уровень шумов и пульсаций напряжения (в диапазоне частот от 20 Гц до 1 МГц)	4 мВ (СКЗ*) 10 мВ (размах)
Температурный коэф. (для диапазона температур от 0°C до +18°C и от +28°C до +50°C)	$\pm(0,15 \times \text{величина погрешности})/^\circ\text{C}$

* СКЗ, скз — среднеквадратичное значение

Технические характеристики источника постоянного тока	
Сила тока на выходе	$\pm 1,05\text{ А}$ при напряжении до $\pm 21\text{ В}$; $\pm 105\text{ мА}$ при напряжении до $\pm 210\text{ В}$
Минимальное значение напряжения	0,1% от предела
Разрешение воспроизведения силы постоянного тока на пределе: $\pm 1,00000\text{ мкА}$ $\pm 10,0000\text{ мкА}$ $\pm 100,000\text{ мкА}$ $\pm 1,00000\text{ мА}$ $\pm 10,0000\text{ мА}$ $\pm 100,000\text{ мА}$ $\pm 1,00000\text{ А}$	10 нА 100 нА 1 нА 10 нА 100 нА 1 мкА 10 мкА
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности ¹ воспроизведения силы постоянного тока I на пределе: $\pm 1,00000\text{ мкА}$ $\pm 10,0000\text{ мкА}$ $\pm 100,000\text{ мкА}$ $\pm 1,00000\text{ мА}$ $\pm 10,0000\text{ мА}$ $\pm 100,000\text{ мА}$ $\pm 1,00000\text{ А}$	$\pm(3,5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 600\text{ пА})$ $\pm(3,3 \cdot 10^{-4} \cdot I + 2\text{ нА})$ $\pm(3,1 \cdot 10^{-4} \cdot I + 20\text{ нА})$ $\pm(3,4 \cdot 10^{-4} \cdot I + 200\text{ нА})$ $\pm(4,5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 2\text{ мкА})$ $\pm(6,6 \cdot 10^{-4} \cdot I + 20\text{ мкА})$ $\pm(2,7 \cdot 10^{-3} \cdot I + 900\text{ мкА})$

Нестабильность силы тока по нагрузке	0,01% от установленного предела + 100 пА
Нестабильность силы тока по сети	0,01% от установленного предела
Величина отклонения от установленного значения (при ступенчатом изменении уровня в пределах 1 мА, резистивная нагрузка 10 кОм, предел 20 В)	Менее 0,1% (тип.)
Температурный коэф. (для диап. Т от 0°C до +18°C и от +28°C до +50°C)	$\pm(0,15 \times \text{величина погрешности})/^\circ\text{C}$

Общие характеристики источника	
Время установления переходного процесса на выходе ²	100 мкс (тип.)
Время нарастания выходного сигнала ($\pm 30\%$) на пределе ± 200 В на пределе ± 20 В	300 мкс, предельное значение силы тока 100 мА 150 мкс, предельное значение силы тока 100 мА
Постоянное напряжение холостого хода	Выходное напряжение может изменяться в пределах ± 250 В
Дистанционные измерения (удален. нагрузка)	Падение напряжения до 1 В на вывод нагрузки
Погрешность установки уровня ограничения сигнала на выходе источника	Значение основной характеристики увеличить на (0,3% от уст. предела $\pm 0,02\%$ от показания)
Выброс при переключении пределов ³	100 мВ (тип.) при переключении между соседними пределами 200 мВ, 2 В и 20 В
Минимальная величина уровня ограничения сигнала на выходе источника	0,1% от установленного предела
Время обработки команд ⁴ : автоматическая установка предела включена автоматическая установка предела выключена	10 мс 7 мс

Технические характеристики измерителя напряжения (вольтметр/ V)	
Входное сопротивление	более 10 ГОм
Разрешение при измерении постоянного напряжения на пределе: $\pm 200,000$ мВ $\pm 2,00000$ В $\pm 20,0000$ В $\pm 200,000$ В	1 мкВ 10 мкВ 100 мкВ 1 мВ
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения постоянного напряжения U на пределе: $\pm 200,000$ мВ $\pm 2,00000$ В $\pm 20,0000$ В $\pm 200,000$ В	$\pm(1,2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 300 \text{ мкВ})$ $\pm(1,2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 300 \text{ мкВ})$ $\pm(1,5 \cdot 10^{-4} \cdot U + 1,5 \text{ мВ})$ $\pm(1,5 \cdot 10^{-4} \cdot U + 10 \text{ мВ})$
Температурный коэф. (для диапазона температур от 0°C до +18°C и от +28°C до +50°C)	$\pm(0,15 \times \text{величина погрешности})/^\circ\text{C}$

Технические характеристики измерителя силы тока (амперметр/ A)	
Нагрузка по напряжению (4-проводный режим)	менее 1 мВ
Разрешение при измерении силы постоянного тока на пределе: $\pm 1,00000$ мкА $\pm 10,0000$ мкА $\pm 100,000$ мкА $\pm 1,00000$ мА $\pm 10,0000$ мА $\pm 100,000$ мА $\pm 1,00000$ А	10 пА 100 пА 1 нА 10 нА 100 нА 1 мкА 10 мкА
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности ¹ измерения силы постоянного тока I на пределе: $\pm 1,00000$ мкА $\pm 10,0000$ мкА $\pm 100,000$ мкА $\pm 1,00000$ мА $\pm 10,0000$ мА $\pm 100,000$ мА $\pm 1,00000$ А	$\pm(2,9 \cdot 10^{-4} \cdot I + 300 \text{ пА})$ $\pm(2,7 \cdot 10^{-4} \cdot I + 700 \text{ пА})$ $\pm(2,5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 6 \text{ нА})$ $\pm(2,7 \cdot 10^{-4} \cdot I + 60 \text{ нА})$ $\pm(3,5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 600 \text{ нА})$ $\pm(5,5 \cdot 10^{-4} \cdot I + 6 \text{ мкА})$ $\pm(2,2 \cdot 10^{-3} \cdot I + 570 \text{ мкА})$
Температурный коэффициент (для диапазона Т от 0°C до +18°C и от +28°C до +50°C)	$\pm(0,1 \times \text{величина погрешности})/^\circ\text{C}$

Технические характеристики при измерении сопротивления (омметр/Ω)			
Предел	Разрешение	Сила испытательного тока	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения сопротивления R
менее 2,00000 Ом	—	—	$\delta_{SI} + \delta_{MU}^{**}$
2,00000 Ом	10 мкОм	—	$\delta_{SI} + \delta_{MU}$
20,0000 Ом	100 мкОм	100 мА	$\pm(1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 0,003 \text{ Ом})$ в норм. режиме $\pm(7 \cdot 10^{-4} \cdot R + 0,001 \text{ Ом})$ в расшир. режиме
200,000 Ом	1 мОм	10 мА	$\pm(8 \cdot 10^{-4} \cdot R + 0,03 \text{ Ом})$ в норм. режиме $\pm(5 \cdot 10^{-4} \cdot R + 0,01 \text{ Ом})$ в расшир. режиме
2,00000 кОм	10 мОм	1 мА	$\pm(7 \cdot 10^{-4} \cdot R + 0,3 \text{ Ом})$ в норм. режиме $\pm(5 \cdot 10^{-4} \cdot R + 0,1 \text{ Ом})$ в расшир. режиме
20,0000 кОм	100 мОм	100 мкА	$\pm(6 \cdot 10^{-4} \cdot R + 3 \text{ Ом})$ в норм. режиме $\pm(4 \cdot 10^{-4} \cdot R + 1 \text{ Ом})$ в расшир. режиме
200,000 кОм	1 Ом	10 мкА	$\pm(7 \cdot 10^{-4} \cdot R + 30 \text{ Ом})$ в норм. режиме $\pm(5 \cdot 10^{-4} \cdot R + 10 \text{ Ом})$ в расшир. режиме
2,00000 МОм	10 Ом	5 мкА	$\pm(1,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 300 \text{ Ом})$ в норм. режиме $\pm(5 \cdot 10^{-4} \cdot R + 100 \text{ Ом})$ в расшир. режиме
20,0000 МОм	100 Ом	0,5 мкА	$\pm(1,1 \cdot 10^{-3} \cdot R + 1 \text{ кОм})$ в норм. режиме $\pm(5 \cdot 10^{-4} \cdot R + 500 \text{ Ом})$ в расшир. режиме
200,000 МОм	1 кОм	100 нА	$\pm(6,6 \cdot 10^{-3} \cdot R + 10 \text{ кОм})$ в норм. режиме $\pm(3,5 \cdot 10^{-3} \cdot R + 5 \text{ кОм})$ в расшир. режиме
> 200,000 МОм	—	—	$\delta_{SI} + \delta_{MU}$

Температурный коэффициент (для диапазона температур от 0°C до +18°C и от +28°C до +50°C)	$\pm(0,15 \times \text{величина погрешности})/^\circ\text{C}$
Режим воспроизведения постоянного тока, ручной выбор предела измерения сопротивления	Общая погрешность = $\delta_{SI} + \delta_{MU}$ (4-проводная схема дистанционных измерений)
Режим воспроизведения постоянного напряжения, ручной выбор предела измерения сопротивления	Общая погрешность = $\delta_{SU} + \delta_{MI}^{***}$ (4-проводная схема дистанционных измерений)
Режим измерения сопротивления по 6-проводной схеме	Доступен при использовании активной омической защиты и защитного провода. Макс. значение силы тока на выходе GUARD: 50 мА (кроме предела 1 А). Погрешность измерения зависит от величины нагрузки.
Импеданс выхода GUARD	Менее 0,1 Ом (в режиме измерения сопротивления)

** δ_{SI} — погрешность установки силы испытательного тока;
 δ_{MU} — погрешность измерения напряжения, соответствующего значению измеряемого сопротивления и значению силы установленного испытательного тока.

*** δ_{SU} — погрешность установки испытательного напряжения;
 δ_{MI} — погрешность измерения силы тока, соответствующего значению измеряемого сопротивления и значению установленного испытательного напряжения.

Быстродействие системы ⁵	
Максимальное время автоматической установки предела измерений	40 мс (фиксированный источник) ⁶

Скорость считывания последовательностей⁷ (отсчетов в секунду) при частоте тока 60 Гц / 50 Гц

Скорость	NPLC****/ Источник запуска	Режим измерения, с передачей		Режим воспроизведения-измерения ⁹ , с передачей	
		в память	на GPIB	в память	на GPIB
Высокая 488.2	0,01/внутренний	2081 / 2030	1198 / 1210	1551 / 1515	1000 / 900
	0,01/внешний	1239 / 1200	1079 / 1050	1018 / 990	916 / 835
Средняя 488.2	0,1/внутренний	510 / 433	509 / 433	470 / 405	470 / 410
	0,1/внешний	438 / 380	438 / 380	409 / 360	409 / 365
Нормальная 488.2	1/внутренний	59 / 49	59 / 49	58 / 48	58 / 48
	1/внешний	57 / 48	57 / 48	57 / 48	57 / 47

Скорость	NPLC / Источник запуска	Режим воспроизведения-измерения, тестирование Годен/Не годен ^{8,9} , с передачей		Режим измерение-память ⁹ , с передачей	
		в память	на GPIB	в память	на GPIB
Высокая 488.2	0,01/внутренний	902 / 900	809 / 840	165 / 162	164 / 162
	0,01/внешний	830 / 830	756 / 780	163 / 160	162 / 160
Средняя 488.2	0,1/внутренний	389 / 343	388 / 343	133 / 126	132 / 126
	0,1/внешний	374 / 333	374 / 333	131 / 125	131 / 125
Нормальная 488.2	1/внутренний	56 / 47	56 / 47	44 / 38	44 / 38
	1/внешний	56 / 47	56 / 47	44 / 38	44 / 38

<i>Скорость считывания единичного показания (отсчетов в секунду) при частоте тока 60 Гц / 50 Гц</i>				
Скорость	NPLC / Источник запуска	Режим измерения	Режим воспроизведения- измерения ⁹	Режим воспроизведения- измерения, тестирование Годен/Не годен ^{9,9}
				с передачей на GPIB
Высокая (488.2)	0,01/внутренний	256 / 256	79 / 83	79 / 83
Средняя (488.2)	0,1/внутренний	167 / 166	72 / 70	69 / 70
Нормальная (488.2)	1/внутренний	49 / 42	34 / 31	35 / 30
<i>Время срабатывания устройства управления Component Interface Handler при частоте тока 60 Гц / 50 Гц⁸⁻¹⁰</i>				
Скорость	NPLC / Источник запуска	Режим измерения	Режим воспроизв., тестирование Годен/Не годен	Режим воспроизведения- измерения, тестирование Годен/Не годен ^{9,11}
				с передачей на GPIB
Высокая	0,01/внешний	1,04 мс / 1,08 мс	0,5 мс / 0,5 мс	4,82 мс / 5,3 мс
Средняя	0,1/внешний	2,55 мс / 2,9 мс	0,5 мс / 0,5 мс	6,27 мс / 7,1 мс
Нормальная	1/внешний	17,53 мс / 20,9 мс	0,5 мс / 0,5 мс	21,31 мс / 25,0 мс

**** NPLC — число периодов колебаний тока в сети питания.

5.2. Общие характеристики

Импеданс нагрузки	Стабильный до 20,000 пФ
Дифференциальное напряжение	250 В (размах)
Синфазное напряжение	250 В постоянного тока
Развязка в синфазном режиме	Более 10 ГОм, менее 1000 пФ
Выход за пределы диапазона	105% от величины предела источника или измерителя
Максимальное падение напряжение между разъемами INPUT/OUTPUT и SENSE	5 В
Максимальное сопротивление измерительных проводов Sense	1 МОм
Импеданс выхода SENSE	Более 100 ГОм
Защитное напряжение смещения	Менее 150 мкВ (тип.)
Выходные режимы источника	Фиксированный уровень постоянного тока Список значений из памяти (смешанная функция) Ступенчатый (линейный и логарифмический)
Список значений из памяти источника	Максимум 100 точек
Объем памяти	5000 показаний при разрешении 5 разрядов (два буфера по 2500 точек). Включает выбранные результаты измерений с метками времени. Резервный источник питания(RTC): литиевая аккумуляторная батарея (3 года + срок службы батареи).
Возможность дистанционного управления (ДУ) и программирования	Интерфейсы IEEE-488.2 (SCPI), RS-232, 5 задаваемых пользователем состояний включения питания + заводские настройки по умолчанию и *RST
Разъем цифрового ввода/вывода (I/O)	Активный низкий уровень входного сигнала Начало теста, окончание теста, три разряда битов Питание +5 В/ 300 А 1 вход сигнала синхронизации, 4 выхода сигналов TTL / управления реле (33 В / 550 мА, диод блокирован)
Интерфейсы ДУ и передачи данных	USB, LAN, RS-232, GPIB (опция – только заводская установка)
Электрическая развязка (изоляция): шасси-клеммы шасси-кабель питания	20 МОм и более (постоянное напряжение 500 В) 30 МОм и более (постоянное напряжение 500 В)
Питание	Сеть переменного тока, 100-240 В, f =50/ 60 Гц
Потребляемая мощность	≤80 Вт
<i>Рабочие условия эксплуатации</i>	
температура окружающего воздуха	от 0°C до +40°C
относительная влажность воздуха	не более 80%
высота над уровнем моря	не более 2000 м (использование внутри помещений)

Условия хранения	
температура окружающего воздуха	от –20°С до +70°С
относительная влажность воздуха	менее 80%
Габаритные размеры	
ширина	214 мм
высота	86 мм
глубина	356,5 мм
Масса	4,8 кг

Примечания

- ¹ Скорость (время выборки или измерения) — нормальная (1 PLC).
Для скорости 0,1 PLC к величине погрешности необходимо добавить 0,005% от установленного предела для компенсации отклонения характеристики (кроме пределов 200 мВ и 1 А, для которых поправка составляет 0,05%).
Для скорости 0,01 PLC к величине погрешности необходимо добавить 0,05% от установленного предела для компенсации отклонения характеристики (кроме пределов 200 мВ и 1 А, для которых поправка составляет 0,5%).
- ² Время, необходимое для достижения величины 0,1% от конечного значения после обработки команды. Резистивная нагрузка, пределы от 10 мкА до 100 мА.
- ³ Величина выброса при полностью резистивной нагрузке 100 кОм, полоса частот от 10 Гц до 1 МГц, соседние смежные диапазоны 100 мВ (тип.), кроме 20 В/200 В.
- ⁴ Максимальное время, необходимое для того, чтобы выходной сигнал начал изменяться после получения команды :SOURce:VOLTage|CURRent <nrf>.
- ⁵ Скорость считывания применяется к измерениям напряжения или тока при выключенной функции автоматической установки нуля, выключенной функции автоматического выбора диапазона, выключенных фильтре и дисплее, задержке запуска равной 0 и двоичном формате представления показаний.
- ⁶ Полностью резистивный провод. Для пределов 1 мкА и 10 мкА эта величина составляет менее 65 мс.
- ⁷ Развертка по 1000 точкам получена с помощью источника, настроенного на фиксированный диапазон.
- ⁸ Тестирование по критерию Годен/Не годен выполняется с использованием одного верхнего предела и одного нижнего математического предела.
- ⁹ Включает время перепрограммирования источника на новый уровень до начала выполнения измерения.
- ¹⁰ Интервал времени от среза сигнала START OF TEST (Начало теста) до среза END OF TEST (Окончание теста).
- ¹¹ Не включает время обработки команды :SOURce:VOLTage|CURRent: TRIGgered<nrf>.

6. СОСТАВ КОМПЛЕКТА

Прибор поставляется в комплекте, указанном в таблице ниже.

Наименование и обозначение	Количество, шт.
Источник-измеритель GSM7-20H10*	1
Сетевой кабель питания	1
Измерительный кабель GTL-207A	1
Измерительный кабель с зажимами типа «крокодил»	2
Руководство по эксплуатации, программное обеспечение	1 (на CD-диске)

* Предусмотрен опциональный вариант исполнения с интерфейсом GPIB (устанавливается только в заводских условиях).

ОПЦИИ: Дополнительные принадлежности

Наименование и обозначение	Тип
Кабель USB (USB 2.0 тип А-В, длина 1,2 м)	GTL-246
Кабель GPIB (разъём Микро-D, 25 контактов)	GTL-258
Адаптер цифрового ввода/вывода (переходник DB15 / DB9 + 8-контактный микро-DIN)	SM-01
Адаптер цифрового ввода/вывода (переходник DB15 / DB37 + 8-контактный микро-DIN)	SM-02
4-проводный кабель: штекер типа «банан» 4 мм х 2 зажима «крокодил», длина 1,1 м	GTL-108A
Измерительные провода: штекер типа «банан» 4 мм х щуп-пробник, красный/черный, длина 0,8 м	GTL-207A



GTL-207A



GTL-108A

7. ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНДИКАЦИИ

7.1. Описание передней панели

Передняя панель прибора приведена на рис. 7.1.



Рис 7.1. Передняя панель GSM7-20H10.

Дисплей и параметры

Экран при включении питания прибора (режим источника)



Дисплей используется, в первую очередь, для программирования источника и установки уровня ограничения сигнала на выходе прибора, а также отображения реальных результатов измерений. Дисплей прибора включает следующие зоны.

① Статус и сообщения об ошибках

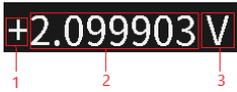
Статус и сообщения об ошибках отображаются в верхней части дисплея и указывают на то или иное состояние работы прибора. Значения статусов представлены в описании каждой функции. Сообщения об ошибках включают информацию о различных типах ошибок, которая может быть считана с помощью команд дистанционного управления. Описания типичных сообщений об ошибках приведены в разделе «Ошибки».



② Показания прибора / Формат

Показания отображаются на дисплее с разрешением до 6½ разрядов. Количество разрядов может быть изменено либо путём непосредственной настройки параметра «Digits» (Разряды), либо путём изменения значения скорости обновления.

Пример отображения показаний напряжения с наивысшим разрешением:



Область отображения показаний подразделяется на 3 части:

1. знак,
2. значение,
3. единица измерения.

- Результаты измерений напряжения, силы тока и сопротивления могут быть как положительными, так и отрицательными.
- В этой части дисплея может отображаться максимум 7 цифр. Количество цифр в целой части и единица измерения позволяют определить используемый диапазон прибора.

Так, например, при измерении напряжения:

- три цифры в целой части означают пределы 200 В или 200 мВ;
- две цифры в целой части означают предел 20 В;
- одна цифра в целой части означает предел 2 В.

При измерении силы тока:

- три цифры в целой части означают пределы 100 мА или 100 мкА;
- две цифры в целой части означают пределы 10 мА или 10 мкА;
- одна цифра в целой части означает пределы 1 А, 1 мА или 1 мкА.

При измерении сопротивления:

- три цифры в целой части означают пределы 200 МОм, 200 кОм или 200 Ом;
- две цифры в целой части означают пределы 20 МОм, 20 кОм или 20 Ом;
- одна цифра в целой части означает пределы 2 МОм, 2 кОм или 2 Ом.

Единицами измерения напряжения в данном приборе используются вольты (В) или милливольты (мВ), силы тока — амперы (А), миллиамперы (мА) или микроамперы (мкА), сопротивления — омы (Ом), килоомы (кОм) или мегаомы (МОм). Однако при выполнении математических операций результирующая величина может и не иметь упомянутую выше размерность.

Когда выход прибора включен, верхняя (главная) часть дисплея используется для измерений. Считанная информация может быть представлена в формате с фиксированной или с плавающей запятой с использованием инженерной или научной нотации.

Пример инженерной нотации: 1.23456µА,

Пример научной нотации: 1.23456e-6.

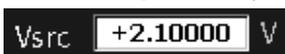
Для выбора формата представления данных используется пункт меню *System*→*Control*→*Numbers*.

③ Установка выходных параметров источника

В режиме считывания эта область дисплея используется для программирования выходных параметров источника (напряжение V_{src} и сила тока I_{src}) и установки уровня ограничения сигнала на выходе (Cmpl). Порядок настройки величины предела защиты от перенапряжения (OVP) приведен в разделе «Работа в режиме источника» (Source Operation).

Настройка выходных параметров источника (напряжение и сила тока)

Включает три шага (см. рис. ниже).



- 1) С помощью клавиши «Vsrc/Isrc» на передней панели выбрать режим установки значения выходного напряжения (V_{src}) или силы тока (I_{src}).
- 2) Для установки пределов V_{src} или I_{src} : последовательно нажимая на клавишу «Edit/Lock» на передней панели выбрать области установки величины выходного сигнала (src), уровня ограничения сигнала на выходе (Cmpl) или настройки параметров источника. При выделенной области src для задания соответствующего диапазона клавишами со стрелками (Δ и ∇) установить положение десятичной запятой (точки) и единицу измерения.
- 3) Для установки значений V_{src} или I_{src} : при выделенной области src с помощью цифровой клавиатуры ввести нужное значение, либо использовать клавиши со стрелками (◀ и ▶) для выбора цифр (разрядов), которые нужно отредактировать.

Настройка уровня ограничения сигнала на выходе (Compliance)

При работе в режиме источника напряжения прибор может быть настроен на ограничение уровня выходного тока. И наоборот, при работе в режиме источника тока прибор может быть настроен на ограничение уровня выходного напряжения. При этом уровень выходного сигнала не будет превышать установленные предельные значения.

- Уровень ограничения выходного тока может быть установлен в диапазоне от 1 нА до 1,05 А.
- Уровень ограничения выходного напряжения может быть установлен в диапазоне от 200 мкВ до 210 В.

Есть два типа ограничения уровня выходного сигнала: «фактическое значение» и «диапазон».

В зависимости от того, какое значение меньше, величина выходного сигнала может быть зафиксирована либо на уровне установленного предельного значения (фактический уровень ограничения), либо на максимуме заданного измерительного диапазона (предельное значение диапазона). Эта функция позволяет эффективно ограничивать мощность передаваемую на ИУ. Если прибор используется в качестве источника тока, то выходное напряжение фиксируется на уровне установленного предельного значения; аналогично, если прибор используется в качестве источника напряжения, то выходной ток фиксируется на уровне установленного предельного значения.

ВНИМАНИЕ: Если выбрана функция автоматического переключения пределов, ограничение диапазона не действует.

Пример: для измерения сопротивления 20 Ом установить выходной ток источника (Isrc) равно 105 мА и предельное значение напряжения (Cmpl) равно 21 В, задать предел 20 В, подать сигнал на выход прибора (нажать клавишу OUTPUT), нажать клавишу 7/V (выходное значение напряжения равно 2,1170 В), затем клавишу 4/I (выходное значение силы тока равно 105,005 мА).

Как видно, значение выходного напряжения не превышает величины предельного напряжения (Cmpl) и находится в пределах измерительного диапазона напряжения, а значение выходного тока соответствует величине тока источника (Isrc). При этом прибор работает в режиме стабилизации тока (CC).



Максимальные предельные значения напряжения и силы тока

В таблице приведены максимальные предельные значения напряжения и силы тока для каждого измерительного диапазона.

	Измерительный диапазон	Макс. предельные значения
Напряжение	200 мВ	±210 мВ
	2 В	±2,1 В
	20 В	±21 В
	200 В	±210 В
Сила тока	1 мкА	±1,05 мкА
	10 мкА	±10,5 мкА
	100 мкА	±105 мкА
	1 мА	±1,05 мА
	10 мА	±10,5 мА
	100 мА	±105 мА
	1 А	±1,05 А

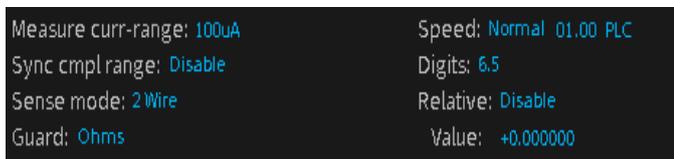
Настройка предельных значений напряжения и силы тока включает три шага (см. рис.).



- 1) Выбор предельных значений напряжения V_{cpl} или силы тока I_{cpl} определяется режимом работы источника. При выборе режима источника напряжения V_{src} автоматически выбирается режим установки предельного значения силы тока I_{cpl} . Аналогично, при выборе режима источника тока I_{src} автоматически выбирается режим установки предельного значения напряжения V_{cpl} .
- 2) Для установки пределов V_{cpl} или I_{cpl} : последовательно нажимая на клавишу «Edit/Lock» на передней панели выбрать области установки величины выходного сигнала (src), уровня ограничения сигнала на выходе (Cmpl) или настройки параметров источника. При выделенной области Cmpl для задания соответствующего диапазона клавишами со стрелками (Δ и ∇) установить положение десятичной запятой (точки) и единицу измерения.
- 3) Для установки значений V_{cpl} или I_{cpl} : при выделенной области Cmpl с помощью цифровой клавиатуры ввести нужное значение, либо использовать клавиши со стрелками (\leftarrow и \rightarrow) для выбора цифр (разрядов), которые нужно отредактировать.

④ Настройка параметров источника

Область дисплея под горизонтальной линией используется для настройки дополнительных параметров источника. На рис. ниже в качестве примера показаны соответствующие настройки источника напряжения.



⑤ Дополнительные функциональные клавиши

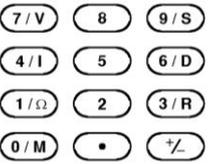
В нижней части дисплея находится область, на которой расположены названия дополнительных функциональных клавиш. На дисплее главного интерфейса клавише F1 соответствует функция Source (Источник), F2 — Measure (Измеритель), F3 — Limit (Предельное значение), F4 — Sequence (Последовательность), F5 — TRIG (Запуск), F6 — System (Система). На дисплеях в других режимах назначение функциональных клавиш будет другим.



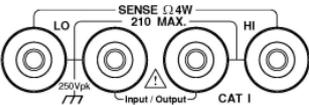
У клавиш с подчеркнутыми названиями есть вторичные функции, вызвать которые можно путём нажатия на клавишу в течение 2-3 секунд.

Панель управления

Клавиша включения питания и переключения в режим ожидания		Для включения или выключения прибора нажать и удерживать клавишу в течение 2-3 секунд (предварительно требуется включить сетевой выключатель на задней панели, клавиша подсвечивается красным цветом , при этом клавиша подсвечивается жёлтым цветом .
Клавиша отмены или копирования C/Pict		Краткое нажатие на клавишу C/Pict позволяет отменить выбранное значение настройки. Нажатие на клавишу C/Pict в течение 2-3 секунд позволяет сделать снимок экрана и автоматически сохранить его на подключенном к прибору внешнем USB-накопителе.
Клавиша переключения между режимами источника напряжения и тока		Клавиша переключения между режимами источника напряжения (V_{src}) или тока (I_{src}).
Клавиша включения выхода прибора		Клавиша Output позволяет включать или выключать выход прибора. При включении выхода клавиша подсвечивается: .
Дополнительные функциональные клавиши		Под дисплеем прибора расположены функциональные клавиши F1 ... F6. В разных режимах назначение функциональных клавиш будет разным.
Клавиши управления курсором и клавиша ввода		Клавиши управления курсором (клавиши со стрелками Δ , ∇ , \leftarrow и \rightarrow) используются для выбора параметров и пунктов меню, а также для точной настройки напряжения и силы тока. Клавиша ввода (Enter) используются для подтверждения выбора какого-либо параметра настройки и для выхода из меню по завершении настройки.

<p>Клавиша редактирования / блокировки</p>		<p>Для настройки выходных параметров источника и предельных значений прибор необходимо установить в режим редактирования. Режим редактирования включается путём кратковременного нажатия на клавишу редактирования / блокировки Edit/Lock. Для редактирования параметров источника и предельных значений имеется редактирующий курсор (выделенная цифра). Если в течение 6 сек никакое значение не было изменено, режим редактирования отключается.</p> <p>В режиме редактирования клавиша Edit/Lock позволяет последовательно переключаться между режимами установки величины выходного сигнала источника, предельных значений или настройки параметров источника.</p> <p>Длительное нажатие на клавишу Edit/Lock позволяет отключить все клавиши на передней панели, кроме клавиши Output. Для разблокировки клавиатуры нужно повторно нажать на клавишу Edit/Lock в течение 2-3 секунд.</p> <p>При включении блокировки клавиатуры клавиша Edit/Lock подсвечивается: .</p> <p>Команда :SYSTem:LOCal помимо отключения режима дистанционного управления может использоваться также для разблокировки клавиатуры.</p>
<p>Цифровая клавиатура</p>		<p>Цифровая клавиатура используется для ввода различных параметров.</p> <p>Клавиши быстрого доступа к измерительным функциям V/I/Ω/M работают только в случае нецифрового ввода. Клавиши V/I могут работать в режимах и источника, и измерителя, а клавиши Ω/M — только в режиме измерителя:</p> <ul style="list-style-type: none"> – клавиша V: измерение и отображение величины напряжения; – клавиша I: измерение и отображение величины силы тока; – клавиша Ω: измерение и отображение величины сопротивления; – клавиша M: вычисление и отображение результатов выполнения математических операций. <p>Измерительные функции, доступные в каждом режиме работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – источник: V, I; – измеритель: V, I, Ω, M; – тестирование по пределам: V, I, Ω, M; – последовательности: V, I, Ω, M. <p>Замечание: при измерении сопротивления в режиме последовательностей режим источника для расчета сопротивления выбирается вручную.</p> <p>Клавиши быстрого доступа к функциям настройки параметров S/D/R. Эти клавиши работают только в случае нецифрового ввода.</p> <ul style="list-style-type: none"> – клавиша S: настройка быстродействия – клавиша D: настройка разрешения дисплея (числа разрядов) – клавиша R: настройка режима относительных измерений

Разъёмы (гнезда)

<p>Разъёмы ввода/вывода (SOURCE)</p>		<p>Два средних разъёма являются входом (Input) и выходом (Output) источника.</p>
<p>Разъёмы обратной связи по напряжению (SENSE)</p>		<p>По обе стороны от разъёмов ввода/вывода расположены положительный HI и отрицательный LO разъёмы обратной связи по напряжению. Эти два разъёма используются для измерений по 4-проводной схеме.</p>

7.2. Описание задней панели

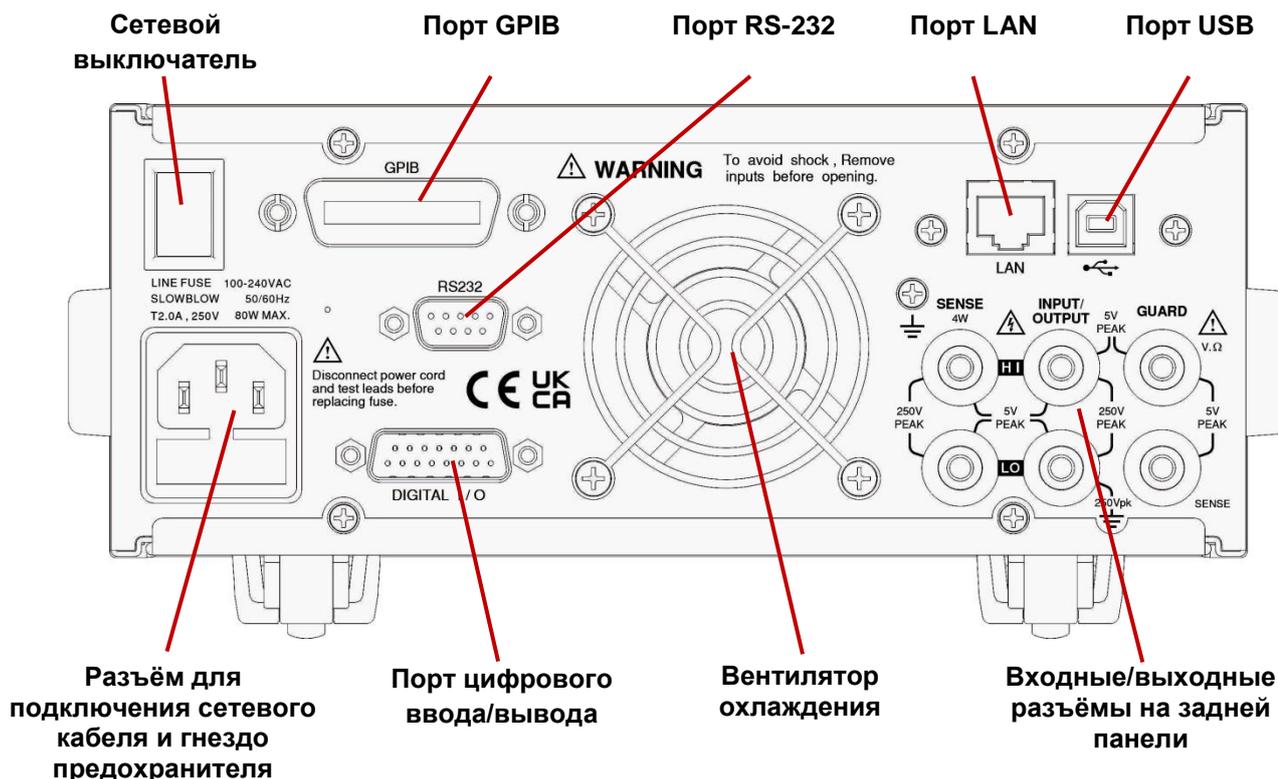
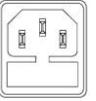
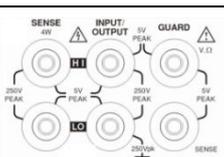
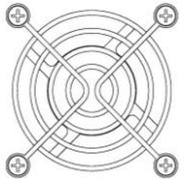


Рис 7.2. Задняя панель GSM7-20H10.

Сетевой выключатель		Служит для включения и выключения питания прибора. После включения прибор переходит в режим ожидания, а клавиша включения питания на передней панели подсвечивается красным цветом.
Разъём для подключения сетевого кабеля и гнездо предохранителя		Напряжение питания: 100 ... 240 В переменного тока; Частота: 50-60 Гц; Предохранитель: 2,0 А (инерционный плавкий)
Порт USB		Порт USB для дистанционного управления прибором.
Порт GPIB		Ведомый порт GPIB для дистанционного управления прибором. Поддерживает протокол IEEE488.2 (SCPI).
Порт LAN		Порт LAN для дистанционного управления прибором.
Порт RS-232		Порт RS-232 для дистанционного управления прибором.
Порт цифрового ввода/вывода		Содержит 15 контактов: один выход +5 В, один контакт заземления GND, четыре цифровых выхода, четыре линии запуска, два входа сигналов, три резервных линии.
Входные/ выходные разъёмы на задней панели		На задней панели расположены 6 разъёмов: – два входных/выходных гнезда (положительный HI и отрицательный LO); – два гнезда обратной связи по напряжению SENSE (HI и LO); – защитный разъём V,Ω GUARD; – защитный разъём GUARD SENSE.
Вентилятор охлаждения		Используется для отведения излишков тепла, возникающего в процессе работы, путём перемещения воздуха через корпус прибора. Для предотвращения перегрева прибора необходимо обеспечить надлежащую вентиляцию.

8. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

8.1. Включение прибора

Проверка напряжения сети

1. Убедиться, что напряжение сети и частота тока рабочему напряжению прибора: 100-240 В, 50/60 Гц. Прибор автоматически определяет и отображает в строке статуса значение частоты тока в сети питания. Если отображаемая величина не соответствует реальному значению, ввести правильное значение вручную.

Подключение кабеля питания

1. В приборе используется плавкий предохранитель 2,0 А. Перед подключением кабеля питания убедиться, что тип и номинал предохранителя соответствуют требованиям.
2. Перед подключением кабеля питания убедиться, что сетевой выключатель на задней панели находится в положении «Выключено» («0»).
3. Подключить кабель питания к разъёму на задней панели.

Включение прибора

1. Включить сетевой выключатель на задней панели. При этом прибор переходит в режим ожидания, а клавиша включения питания на передней панели подсвечивается красным цветом () .
2. Нажать и удерживать клавишу включения питания и переключения в режим ожидания на передней панели в течение 2-3 секунд. При этом клавиша подсвечивается жёлтым цветом () .
3. Самодиагностика прибора. При включении питания запускается программа самодиагностики прибора. При выявлении неисправности на экране отображается индикатор ERR и сообщение об ошибке. Если тестирование завершилось успешно, в строке статуса отображается значение частоты тока в сети питания. Если отображаемая величина не соответствует реальному значению, ввести правильное значение вручную. По завершении процедуры самодиагностики дисплей прибора переходит в обычный режим: индикатор «Output» гаснет, появляется сообщение «OFF», а вместо цифр показаний отображается пунктирная линия.
4. Настройка частоты тока сети питания. Заводская настройка прибора обеспечивает определение и отображение значения частоты тока в сети питания. Если источник сетевого напряжения имеет высокий уровень шумов, прибор при включении может выбрать неправильные настройки. В этом случае могут отображаться зашумленные результаты измерений, что приведёт к снижению точности. Правильное значение можно ввести вручную с передней панели: System→Control→Line frequency selection.

Выключение прибора

1. Нажать и удерживать клавишу включения питания на передней панели в течение 2-3 секунд. При этом клавиша подсвечивается красным цветом () .
2. Выключить сетевой выключатель на задней панели.

8.2. Подключение к разъёмам

Разъёмы на передней и задней панели

1. На лицевой/задней панели имеется доступ к разъёмам INPUT/OUTPUT (HI и LO) и SENSE (HI и LO). Разъёмы V.Ω GUARD и GUARD SENSE доступны только с задней панели.
2. По умолчанию установлен выбор разъёмов на передней панели, при этом в строке статуса не отображается никакой индикатор. При выборе разъёмов на задней панели, в строке статуса отображается индикатор REAR. Выбор разъёмов на передней/задней панели осуществляется через меню «System»: System→Control→Rear.

 **ПРИМЕЧАНИЕ:** При выборе разъёмов на передней или задней панели выход OUTPUT отключится.

Подключение к нагрузке

Максимально допустимая разность напряжений между разъёмами обозначена на передней и задней панели (см. рис. 8.1).

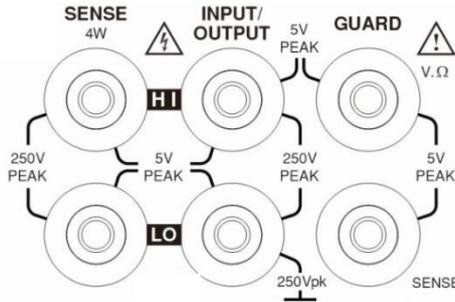


Рис. 8.1. Разъёмы на задней панели.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Во избежание поражения электрическим током и повреждения прибора не допускается превышение максимально допустимой разности напряжений. Разъёмы на передней и задней панели рассчитаны на подключение к цепям, соответствующим только I категории электробезопасности. Не допускается подключение к цепям CAT II, CAT III или CAT IV. Во избежание поражения электрическим током и повреждения прибора напряжение синфазного сигнала от внешнего источника должно быть ограничено величиной 250 В и 1,05 А максимум.

Типы подключения

Основные операции в режиме источника-измерителя выполняются с использованием либо 2-проводной, либо 4-проводной схемы подключения. Заводской настройкой является режим локальных измерений.



ПРИМЕЧАНИЕ: Разъёмы на передней панели изолированы от разъёмов на задней панели. Поэтому при использовании разъёмов передней панели необходимо заземлить разъём LO передней панели, а при использовании разъёмов задней панели необходимо заземлить разъём LO задней панели.

Тип подключения сам по себе не определяет режим (схему) измерений. Для выполнения локальных измерений в области установки параметров на передней панели в пункте меню «Sense Mode» необходимо выбрать 2-проводную схему (2 Wire). Для выполнения дистанционных измерений необходимо выбрать 4-проводную схему (4 Wire). По умолчанию в режимах BENCH и GPIB применяется 2-проводная схема.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Между заземлением и разъёмом INPUT/OUTPUT LO прибора нет внутреннего соединения. Поэтому на этом разъёме LO может появиться опасное напряжение (более 30 В скз). Как правило, это может произойти при функционировании прибора в режиме, в котором выходной сигнал быстро меняется, например, в случае импульсных сигналов, которые могут генерироваться с использованием состояний выхода прибора ZERO, AUTO-OFF или режима быстрой импульсной развёртки.

С целью недопущения появления опасных напряжений нужно присоединить разъём INPUT/OUTPUT LO к заземляющему винту шасси на задней панели или к имеющемуся защитному заземлению (если это допустимо в рамках решаемой задачи).

Четырёхпроводная схема подключения

При измерении напряжения могут появляться ошибки, возникающие вследствие влияния сопротивления измерительных проводов. Использование 4-проводной схемы позволяет повысить точность измерений и гарантировать, что на ТУ подаётся заданное напряжение. Таким образом, измеряется только падение напряжения на тестируемом устройстве. 4-проводные схемы подключения к разъёмам на передней и задней панели показаны на рис. 8.2.

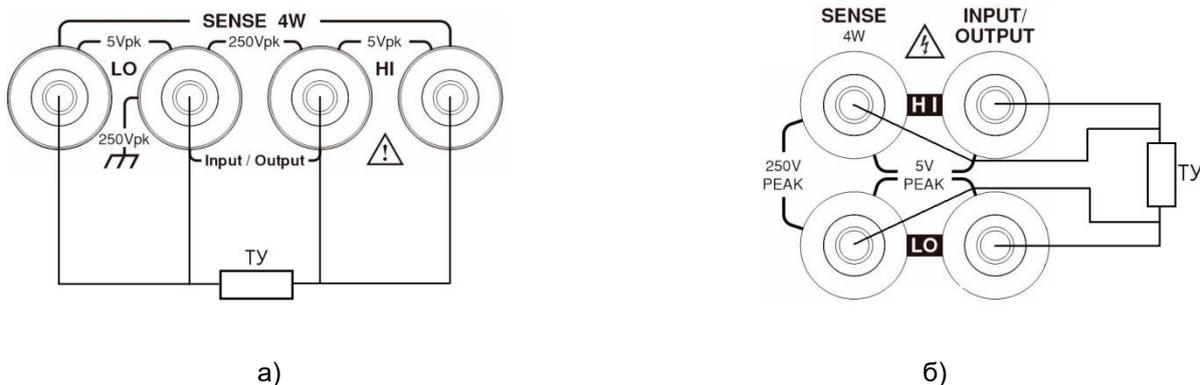


Рис. 8.2. Четырёхпроводная схема подключения к разъёмам на передней (а) и задней (б) панели.

Четырёхпроводную схему подключения рекомендуется использовать в следующих случаях:

- для измерения импеданса менее 1 кОм;
- для повышения точности измерений сопротивления и напряжения.

⚠ ПРИМЕЧАНИЕ: Заданные показатели точности для режима воспроизведения и измерения могут быть достигнуты только при использовании 4-проводной схемы.

Отключение выхода при включенной четырёхпроводной схеме в целях безопасности автоматически переключает прибор на 2-проводную схему. Когда выход прибора включается вновь, четырёхпроводная схема измерений восстанавливается.

⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! При работе прибора в режиме источника напряжения при 4-проводной схеме подключения необходимо убедиться, что измерительные провода SENSE присоединены к тестируемому устройству. В случае отсоединения провода прибор определит напряжение 0 В и, с целью компенсации, увеличит выходное напряжение (возможно, до потенциально опасных уровней). Для повышения безопасности можно ограничить выходное напряжение, включив функцию OVP.

Двухпроводная схема подключения

Двухпроводная схема подключения может использоваться только в тех случаях, если ошибками, вносимыми за счёт падения напряжения на измерительных проводах, можно пренебречь. Если сила тока в цепи менее 100 мА, ошибки, как правило, незначительны (при условии, что сопротивление измерительных проводов не более 1 Ом). Двухпроводные схемы подключения к разъёмам на передней и задней панели показаны на рис. 8.3.

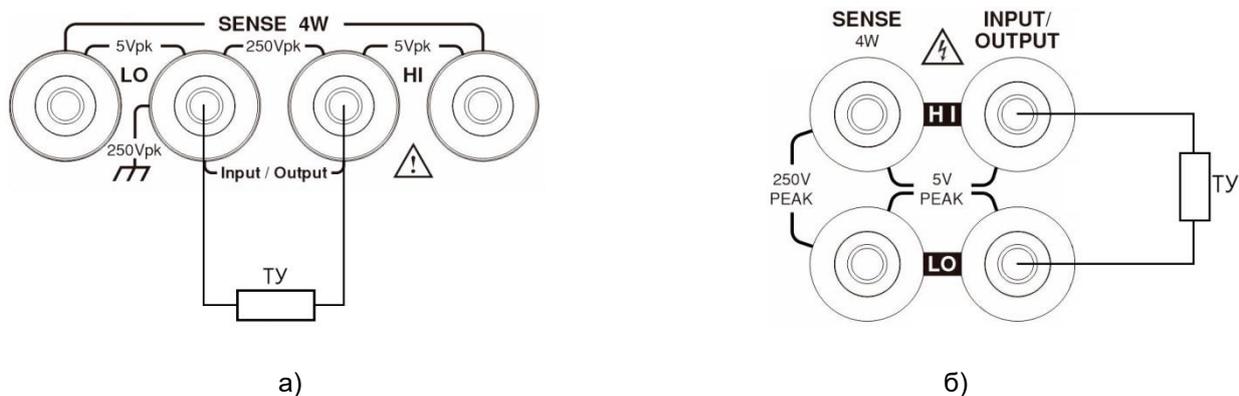


Рис. 8.3. Двухпроводная схема подключения к разъёмам на передней (а) и задней (б) панели.

Так как при последовательном соединении сила тока на всех участках цепи одинакова, 4-проводная схема не повышает точность источника тока или измерения силы тока. Поэтому в режиме измерения силы тока можно использовать 2-проводную схему. Кроме того, 2-проводную схему подключения целесообразно использовать в следующих случаях:

- измерение импеданса более 1 кОм; при величине импеданса более 1 ГОм следует использовать функцию защиты кабеля CABLE GUARD;
- работа в режиме измерения напряжения или тока.

Выбор разъёмов измерения и защиты

Выбор режима измерения

При использовании разъёмов SENSE HI и LO прибора необходимо выбирать 4-проводную схему подключения. Если эти разъёмы не используются, необходимо выбирать 2-проводную схему.

⚠ ПРИМЕЧАНИЕ: При изменении режима Sense и настроек функции Guard выход прибора OUTPUT отключается. При выключенном выходе по умолчанию прибор настроен на измерения с использованием 2-проводной схемы вне зависимости от настроек режима Sense. При включении выхода действуют текущие настройки режима Sense.

Выбор схемы измерения с помощью органов управления на передней панели

При включении прибор автоматически настраивается на 2-проводную схему. Для изменения настроек нужно выполнить следующие операции:

1. Нажать клавишу «Edit/Lock» и клавиши управления курсором для перемещения курсора в область настройки параметров на пункт меню «Sense mode».
2. Нажать клавишу «Enter», затем, используя клавиши управления курсором, выбрать режим «2 Wire» или «4 Wire» и снова нажать клавишу «Enter» для выхода из режима программирования.



ПРИМЕЧАНИЕ: Индикатор «2 Wire» указывает на то, что выбрана 2-проводная схема подключения, а «4 Wire» — что 4-проводная.

Выбор режима «Guard»

Режим защиты «Cable» функции «Guard» используется для обеспечения высокоомной защиты кабелей (например, коаксиальных и триаксиальных) и испытательных приспособлений. Режим защиты «Ohms Guard» обеспечивает высокое значение силы тока на защитном выходе, что позволяет выполнять внутрисхемные защищенные измерения сопротивления. При включении питания устанавливается режим защиты «Cable Guard».



ПРИМЕЧАНИЕ: При шестипроводной схеме измерений сопротивления используется опция «Guard» режима отключенного выхода «Output-off».

Выбор режима защиты с помощью органов управления на передней панели

Для изменения настроек режима защиты «Guard» нужно выполнить следующие операции:

1. Нажать клавишу «Edit/Lock» и клавиши управления курсором для перемещения курсора в область настройки параметров на пункт меню «Guard».
2. Нажать клавишу «Enter», затем, используя клавиши управления курсором, выбрать режим «Ohms» или «Cable» и снова нажать клавишу «Enter» для выхода из режима программирования.



ПРИМЕЧАНИЕ: 1. Не допускается использование режима защиты «Ohms» с коаксиальными кабелями из-за риска появления пульсаций.
2. Не допускается использование режима защиты «Ohms» на пределе 1 А (в режиме и источника, и измерителя).

Выбор типа проводов

Рекомендуемые виды кабелей

GTL-108A: может использоваться на всех разъёмах — INPUT/OUTPUT, SENSE и GUARD;

GTL-207A: может использоваться для измерения силы тока и напряжения от внешних источников.

Подключение проводов на передней и задней панели

Подключить измерительные провода к соответствующим выходным разъёмам на передней или задней панели.



ПРИМЕЧАНИЕ: В целях безопасности характеристики самостоятельно приобретённых проводов должны быть выше, чем у стандартных.

Описание типов кабелей

Провода нагрузки должны иметь достаточно высокую пропускную способность по току для минимизации потерь в проводах и импеданса цепи нагрузки. Падение напряжения в проводах не должно превышать 0,5 В. В таблице приведены значения номинального тока для различного размера проводов при плотности тока 450 А/см².

Размер проводов (AWG/ мм ²)	Максимальный ток, А
20/0,75	2,3
18/1,0	3,7
16/1,5	5,9
14/2,5	9,4
12/4,0	14,9

8.3. Настройки при включении прибора

Включение питания и переключение в режим ожидания

1. Нажать и удерживать клавишу включения питания и переключения в режим ожидания на передней панели в течение 2-3 секунд. При этом клавиша подсвечивается жёлтым цветом () .
2. Нажать и удерживать клавишу выключения питания и переключения в режим ожидания на передней панели в течение 2-3 секунд. При этом клавиша подсвечивается красным цветом () .

Автоматическое отключение выхода

Нижеперечисленные действия приводят к автоматическому отключению функционального выхода:

- вызов сохранённых настроек;
- переключение в режим «Guard»;
- переключение в режим «Sense»;
- переключение между выходами передней и задней панели (Front/ Rear);
- переключение между режимами источника напряжения и тока (Vsrc/ Isrc).

9. РАБОТА С ПРИБОРОМ

9.1. Перед началом работы

Условия эксплуатации (рабочие)

Для защиты прибора от перегрева используется охлаждающий вентилятор, скорость вращения которого зависит от температуры радиатора охлаждения. Когда выход прибора отключен, вентилятор обычно вращается медленно.

GSM7-20H10 работает при температуре окружающей среды не более +40°C.

В случае перегрева прибора выход отключается, а вентилятор начинает вращаться с более высокой скоростью.



ВНИМАНИЕ: Для предотвращения перегрева и обеспечения заданных характеристик необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

- не перекрывать вентиляционные отверстия прибора;
- не располагать рядом с прибором другие устройства, которые могут направлять нагретый воздух внутрь прибора, так как это может привести к снижению точности измерений;
- при монтаже прибора в стойку необходимо обеспечить свободную циркуляцию воздуха вокруг прибора для надлежащего охлаждения;
- смонтированные в стойке и расположенные рядом с прибором устройства с большой рассеиваемой мощностью могут привести к перегреву;
- для обеспечения надлежащего охлаждения оборудования, смонтированного в стойке с охлаждением только за счёт свободной конвекции, приборы с самым большим тепловыделением необходимо размещать в верхней части стойки; прецизионное оборудование (например, GSM7-20H10) следует располагать в стойке как можно ниже, где самая низкая температура.

Общие сведения о функциях прибора

С помощью органов управления на передней панели GSM7-20H10 может быть сконфигурирован для выполнения следующих функций:

- режим источника/ Source:
 - источник напряжения — отображение измеренных значений тока или напряжения;
 - источник тока — отображение измеренных значений тока или напряжения;
- режим измерителя/ Meter:
 - измерение сопротивления — нажать клавиши  или  для отображения измеренных значений тока или напряжения на тестируемом резисторе;
 - только измерение (сила тока или напряжение) — отображение измеренных значений тока или напряжения.

Ограничения в режиме источника и измерителя

В таблице приведены предельно допустимые значения силы тока и напряжения в режимах источника и измерителя.

Предел	Источник	Измеритель
200 мВ	±210 мВ	±211 мВ
2 В	±2,1 В	±2,11 В
20 В	±21 В	±21,1 В
200 В	±210 В	±211 В
1 мкА	±1,05 мкА	±1,055 мкА
10 мкА	±10,5 мкА	±10,55 мкА
100 мкА	±105 мкА	±105,5 мкА
1 мА	±1,05 мА	±1,055 мА
10 мА	±10,5 мА	±10,55 мА
100 мА	±105 мА	±105,5 мА
1 А	±1,05 А	±1,055 А

 **ПРИМЕЧАНИЕ:** Восстановление выходного сигнала в переходном процессе — время, необходимое источнику напряжения для восстановления величины выходного сигнала до его исходного значения (в пределах 0,1% плюс нестабильность выходного напряжения по нагрузке) после ступенчатого изменения тока нагрузки, составляет менее 250 мкс. Сюда не входит время срабатывания автоматической установки предела или эффекты второго порядка на нагрузках, которые не являются чисто резистивными.

Нестабильность выходного напряжения по нагрузке — параметр, характеризующий изменение напряжения при изменении нагрузки в режиме источника напряжения, равен 0,01%+1 мВ. Это означает, что на пределе 200 мВ напряжение нагрузки может меняться от нуля до значения полной шкалы с погрешностью не более 1,02 мВ. Рассчитывается следующим образом:

$$\text{погрешность} = (0,01\% \times 200 \text{ мВ}) + 1 \text{ мВ} = 1,02 \text{ мВ}$$

При этом если сила тока изменяется от 0 до 1 А, изменение выходного импеданса составляет 1,02 мОм (1,02 мВ/1 А = 1,02 мОм). Такой уровень погрешности может быть достигнут только при использовании 4-х проводной схемы измерения.

Предельные значения силы тока и напряжения

При работе в режиме источника напряжения прибор может быть настроен на ограничение тока. И наоборот, при работе в режиме источника тока прибор может быть настроен на ограничение напряжения. В этом случае сигнал на выходе прибора не будет превышать установленные предельные значения.

В таблице приведены предельные значения тока и напряжения для каждого измерительного диапазона.

Измерительный диапазон	Максимальные предельные значения
200 мВ	±210 мВ
2 В	±2,1 В
20 В	±21 В
200 В	±210 В
1 мкА	±1,05 мкА
10 мкА	±10,5 мкА
100 мкА	±105 мкА
1 мА	±1,05 мА
10 мА	±10,5 мА
100 мА	±105 мА
1 А	±1,05 А

Порядок настройки параметров

Ввод нужного значения

– Если при вводе величины сигнала требуется выбрать предел измерений, сначала нужно нажать клавишу «Enter» для входа в режим редактирования (при этом фон цифрового поля становится чёрным , потом с помощью клавиш управления курсором (Δ и ∇) установить нужный измерительный диапазон, а затем ввести нужное значение любым из двух способов:

- 1) используя цифровую клавиатуру ввести число и, при необходимости, знак «+» или «-», затем нажать клавишу «Enter» для выхода из режима редактирования;
- 2) используя клавиши со стрелками (\leftarrow и \rightarrow) последовательно установить курсор на цифрах (разрядах), которые нужно отредактировать, с помощью цифровых клавиш или клавиш со стрелками (Δ и ∇) ввести нужное значение и, при необходимости, знак «+» или «-», затем нажать клавишу «Enter» для выхода из режима редактирования.

– Если при вводе величины сигнала не требуется выбирать предел измерений, сначала нужно нажать клавишу «Enter» для входа в режим редактирования (при этом фон поля становится чёрным , а затем ввести нужное значение любым из двух приведённых выше способов.

Выбор нужного значения

В редактируемом поле имеются стрелки вверх и вниз (). Используя клавиши управления курсором (Δ и ∇), выбрать нужное значение и нажать клавишу «Enter» для выхода из режима редактирования.

9.2. Воспроизведение силы тока и напряжения (режим Источника/Source)

Конфигурация цепи

Основные конфигурации GSM7-20H10 для работы и измерений в режиме источника показаны на рис. 9.1.

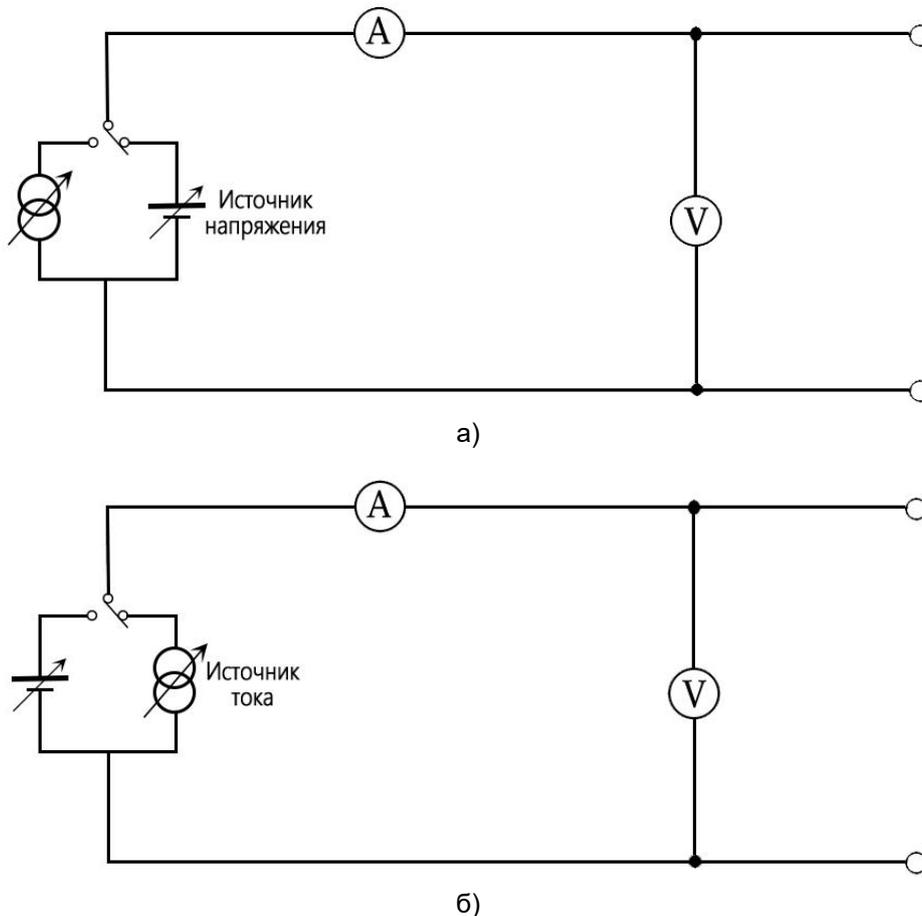


Рис. 9.1. Основные конфигурации GSM7-20H10 для работы в режимах источника напряжения (а) и тока (б).

Источник напряжения (V-Source)

При конфигурировании для работы в режиме источника напряжения прибор функционирует как источник напряжения с малым внутренним полным сопротивлением с возможностью ограничения тока, который может измерять силу тока (как амперметр) или напряжение (как вольтметр).

Измерительная схема используется для непрерывного контроля выходного напряжения и выполнения, при необходимости, корректировки напряжения. Вольтметр считывает напряжение на входных/выходных разъёмах (при использовании 2-проводной схемы измерений) или на контактах тестируемого устройства (при использовании 4-проводной схемы измерений) и сравнивает его с запрограммированным значением. Если считанное и запрограммированное значения не совпадают, необходимо выполнить коррекцию напряжения.

Дистанционное считывание позволяет учесть влияние падения напряжения в измерительных проводах, гарантируя точное воспроизведение запрограммированного значения напряжения на тестируемом устройстве.

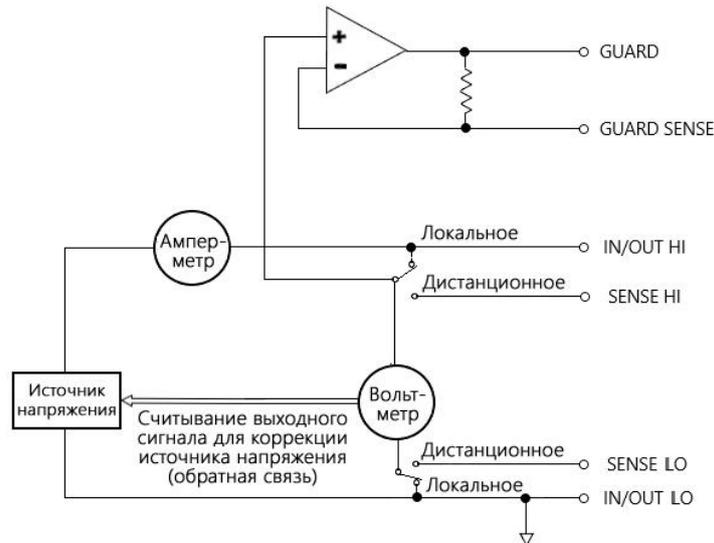


Рис. 9.2. Схема подключения при работе прибора в режиме источника напряжения.

Источник тока (I-Source)

При конфигурировании для работы в режиме источника тока прибор функционирует как высокоимпедансный источник тока с возможностью ограничения напряжения, который может измерять силу тока (как амперметр) или напряжение (как вольтметр).

При измерении напряжения от выбранного метода считывания (локальный 2-проводный или удаленный 4-проводный) зависит, где будут выполняться измерения. При использовании 2-проводной схемы напряжение измеряется на входных/выходных разъёмах прибора, а при использовании 4-проводной схемы разъёмы SENSE могут использоваться для непосредственного измерения напряжения на контактах тестируемого устройства. Это позволяет учесть влияние падения напряжения в измерительных и соединительных проводах между прибором и тестируемым устройством.

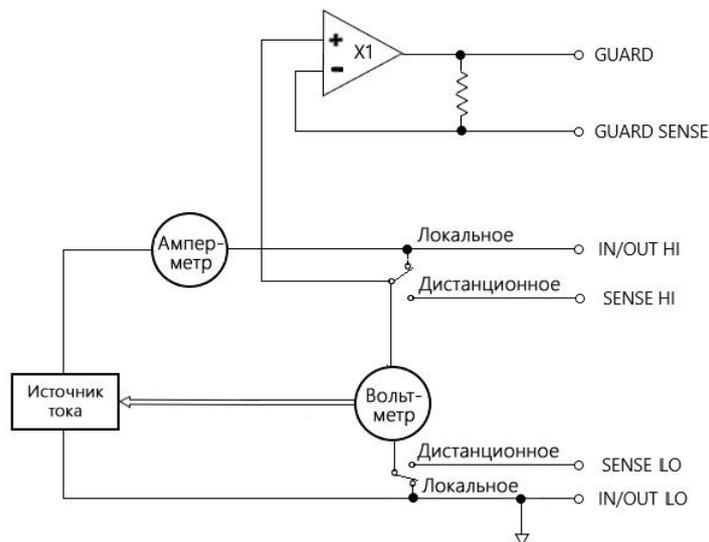


Рис. 9.3. Схема подключения при работе GSM7-20H10 в режиме источника тока.



ПРИМЕЧАНИЕ: В режиме источника тока для повышения точности воспроизведения силы тока не требуются провода SENSE. Вместе с тем, при использовании 4-х проводной схемы провода SENSE должны быть подключены, так как в противном случае это может привести к получению неправильных результатов. Если существует вероятность отсоединения проводов SENSE, рекомендуется использовать функцию защиты от перенапряжения (OVP).

Пределы изменения выходных значений

Воспроизведение или потребление

В зависимости от настроек и способа подключения к нагрузке прибор может работать в любом из четырёх квадрантов диаграммы ток-напряжение, которые показаны на приведённом ниже рис.. При работе в первом (I) или третьем (III) квадранте прибор функционирует в качестве источника энергии (напряжение и ток имеют одинаковую полярность) и подаёт энергию в нагрузку. При работе во втором (II) или четвёртом (IV) квадранте прибор функционирует в качестве нагрузки (напряжение и ток имеют противоположную полярность) и потребляет энергию источника.

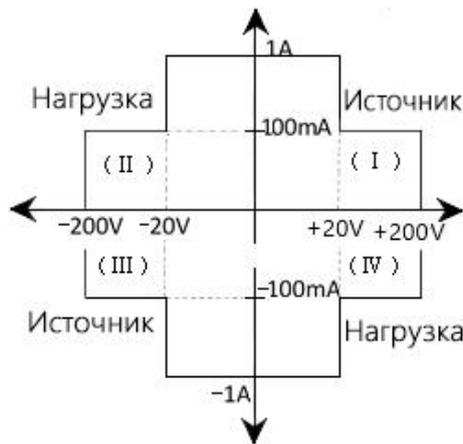


Рис. 9.4. Пределы изменения выходных значений (приведённые величины даны не в масштабе).

Номинальное значение амплитуды тока и напряжения составляет 1 A/20 V и 100 mA/200 V. Реальные максимальные значения выходного напряжения и выходного тока составляют 1,05 A/21 V и 105 mA/210 V.

Допустимые рабочие пределы (режимы воспроизведения или потребления)

Рабочие границы в режиме источника тока: как показано на рис. 9.5, рабочие границы во всех четырёх квадрантах одинаковы.

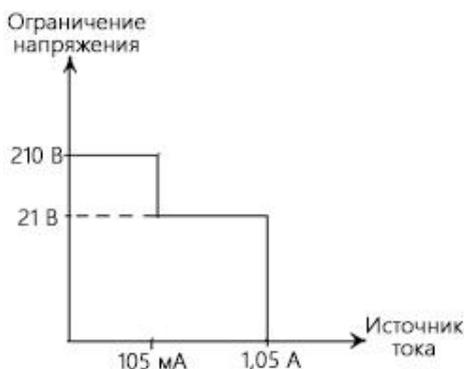


Рис. 9.5.

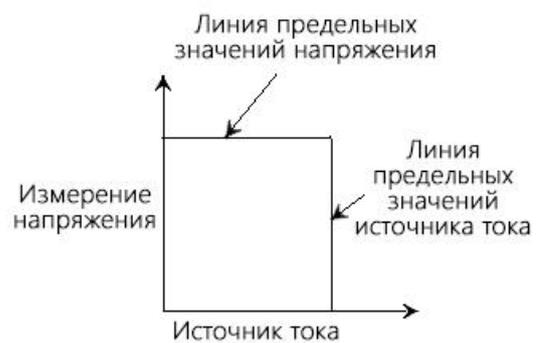


Рис. 9.6.

На рис. 9.6 показана линия предельных значений источника тока, характеризующая максимальное предельное значение тока, соответствующее выбранному диапазону источника тока. Так, например, если прибор настроен на предел 100 mA, максимальное предельное значение тока составляет 105 mA. Линия уровня ограничения выходного напряжения соответствует фактическому предельному значению сигнала. Ограничение уровня выходного сигнала может быть выражено двумя величинами: «фактическое значение» и «диапазон». Эти величины представляют собой рабочие пределы прибора в данном квадранте. Рабочая точка может находиться где-нибудь внутри рабочей области или на этих предельных линиях. Предельные значения для всех четырёх квадрантов одинаковы.

Уровень ограничения напряжения в режиме источника тока

Положение рабочих точек прибора в пределах границ зависит от величины нагрузки. На рис. 9.7 и 9.8 показаны рабочие состояния прибора при подключенных резистивных нагрузках 200 Ом и 800 Ом соответственно. Величина силы тока на выходе источника составляет 100 мА, а уровень ограничения выходного напряжения настроен на 40 В. При подключении нагрузки 200 Ом прибор обеспечивает силу тока 100 мА, при этом измеренное значение напряжения на нагрузке составляет 20 В. При подключении нагрузки 800 Ом выходное напряжение не превышает установленного уровня ограничения, но при этом прибор не может обеспечить силу тока 100 мА и подаёт на выход только 50 мА.

При увеличении сопротивления нагрузки угол наклона линии нагрузки также увеличивается. При увеличении сопротивления нагрузки до бесконечности (эквивалент разомкнутой цепи) сила тока на выходе составляет 0 мА, а выходное напряжение — 40 В. И наоборот, при уменьшении сопротивления нагрузки угол наклона линии нагрузки также уменьшается. Если сопротивление нагрузки равно 0 (эквивалент короткозамкнутой цепи), сила тока на выходе составляет 100 мА, а выходное напряжение — 0 В.



Рис. 9.7.



Рис. 9.8.

Рабочие границы в режиме источника напряжения: как показано на рис. 9.9, рабочие границы во всех четырёх квадрантах одинаковы.



Рис. 9.9.

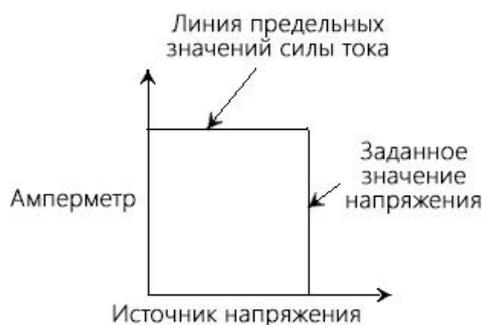


Рис. 9.10.

На рис. 9.10 показана линия предельных значений источника напряжения, характеризующая максимальное предельное значение напряжения, соответствующее выбранному диапазону источника напряжения. Так, например, если прибор настроен на предел 20 В, максимальное предельное значение тока составляет 21 В. Линия уровня ограничения выходного тока соответствует фактическому предельному значению сигнала. Ограничение уровня выходного сигнала может быть выражено двумя величинами: «фактическое значение» и «диапазон». Эти величины представляют собой рабочие пределы прибора в данном квадранте. Рабочая точка может находиться где-нибудь внутри рабочей области или на этих предельных линиях. Предельные значения для всех четырёх квадрантов одинаковы.

Уровень ограничения тока в режиме источника напряжения

Положение рабочих точек прибора в пределах границ зависит от величины нагрузки. На рис. 9.11 и 9.12 показаны рабочие состояния прибора при подключенных резистивных нагрузках 2 кОм и 800 Ом соответственно. Величина напряжения на выходе источника составляет 50 В, а уровень ограничения тока настроен на 50 мА.

При подключении нагрузки 2 кОм прибор обеспечивает напряжение 50 В, при этом сила тока составляет 25 мА. При подключении нагрузки 800 Ом величина силы тока ограничена значением 50 мА, но при этом прибор не может обеспечить запрограммированное напряжение и подаёт на выход только 40 В.



Рис. 9.11.



Рис. 9.12.

При увеличении сопротивления нагрузки угол наклона линии нагрузки также увеличивается. При увеличении сопротивления нагрузки до бесконечности (эквивалент разомкнутой цепи) фактическое напряжение на выходе прибора составляет 50 В, а сила тока в цепи — 0 мА. При уменьшении сопротивления нагрузки угол наклона линии нагрузки также уменьшается. Если сопротивление нагрузки равно 0 (эквивалент короткозамкнутой цепи), фактическое напряжение на выходе прибора составляет 0 В, а сила тока в цепи — 50 мА.

Если прибор работает в режиме источника тока, он может одновременно измерять силу тока, а в режиме источника напряжения — измерять напряжение. При этом диапазон измерений тот же, что и диапазон источника.

При работе прибора в режиме ограничения измеренное значение является не запрограммированным, а реальным значением величины на выходе источника. Путём нажатия на клавишу «Edit/Lock» нужно поместить курсор в область настройки параметров, затем нажать на клавишу «0» для отображения измеренного значения мощности, клавишу «1» для отображения величины сопротивления, клавишу «4» для отображения величины силы тока и клавишу «7» для отображения величины напряжения.

Например, если подключить к прибору резистор 1 кОм и установить на выходе источника напряжение 2,1 В, ток в цепи будет равен 2,1 мА. А так как предельное значение силы тока установлено на уровне 105 мкА, то и ток на выходе будет равен 105 мкА. А фактическое значение выходного напряжения составляет 1,04971 В (см. рис. ниже).



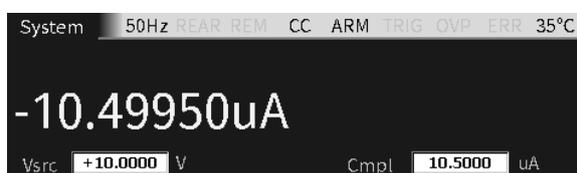
Точность прибора в режиме измерения выше, чем в режиме воспроизведения. Поэтому для обеспечения оптимальной точности рекомендуется выбирать одинаковые функции измерения и воспроизведения и использовать измеренные значения вместо запрограммированных.

Функция потребления (Sink)

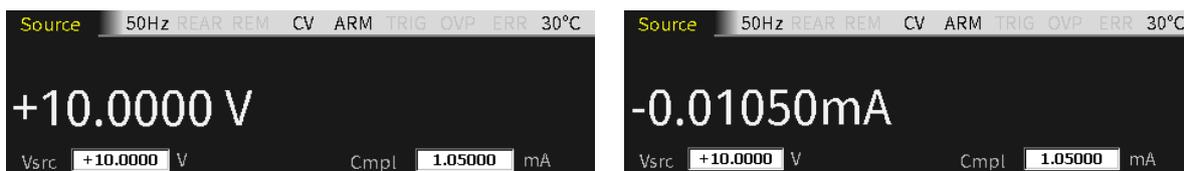
Если прибор используется в качестве нагрузки (напряжение и ток имеют противоположную полярность), то он потребляет энергию источника. При подключении к внешнему источнику энергии (например, аккумулятору) или устройству хранения энергии (например, конденсатору) прибор функционирует в качестве нагрузки (II или IV квадрант).

Примеры

Если подключить прибор к аккумуляторной батарее 13 В (разъём Input/Output HI подключается к положительному контакту батареи), установить его в режим источника напряжения 10 В и настроить уровень ограничения сигнала на выходе (Cmpl) так, чтобы прибор работал в режиме стабилизации тока (CC), тогда GSM7-20H10 будет функционировать во втором (II) квадранте.



Если подключить прибор к аккумуляторной батарее 13 В (разъём Input/Output HI подключается к положительному контакту батареи), установить его в режим источника напряжения 10 В и настроить уровень ограничения сигнала на выходе (Cmpl) так, чтобы прибор работал в режиме стабилизации напряжения (CV), тогда GSM7-20H10 также будет функционировать во втором (II) квадранте.



Если подключить прибор к источнику питания –14 В (разъём Input/Output HI подключается к положительному контакту батареи), установить его в режим источника напряжения –12 В и настроить уровень ограничения сигнала на выходе (Cmpl) так, чтобы прибор работал в режиме стабилизации тока (CC), тогда GSM7-20H10 будет функционировать во четвёртом (IV) квадранте.



Если подключить прибор к источнику питания –14 В (разъём Input/Output HI подключается к положительному контакту батареи), установить его в режим источника напряжения –12 В и настроить уровень ограничения сигнала на выходе (Cmpl) так, чтобы прибор работал в режиме стабилизации напряжения (CV), тогда GSM7-20H10 будет функционировать во четвёртом (IV) квадранте.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! При использовании прибор в режиме источника тока в качестве нагрузки предельное значение напряжения (Cmpl) должно превышать уровень внешнего напряжения. В противном случае чрезмерно большой ток может вызвать повреждение прибора (необходимо ограничивать величину силы тока внешнего источника питания, чтобы она соответствовала верхнему пределу установленного диапазона).

Меры предосторожности при эксплуатации

Прогрев прибора

После включения прибора необходимо дать ему прогреться в течение не менее 1 часа для обеспечения нормируемых показателей погрешности измерений.

Функция защиты от перенапряжения (OVP)

Рекомендуется использовать функцию защиты от перенапряжения при выборе максимального уровня напряжения, который может выдать прибор. Это абсолютные значения с допуском 5%. При включении питания прибора по умолчанию функция OVP отключена.

Если даже предельное значение защиты от перенапряжения установлено на минимальную величину, не допускается касание каких-либо частей, присоединенных к разъёмам GSM7-20H10 при включенном выходе. Когда выход прибора включен, всегда следует иметь в виду, что на них может присутствовать опасное напряжение (более 30 В СКЗ).



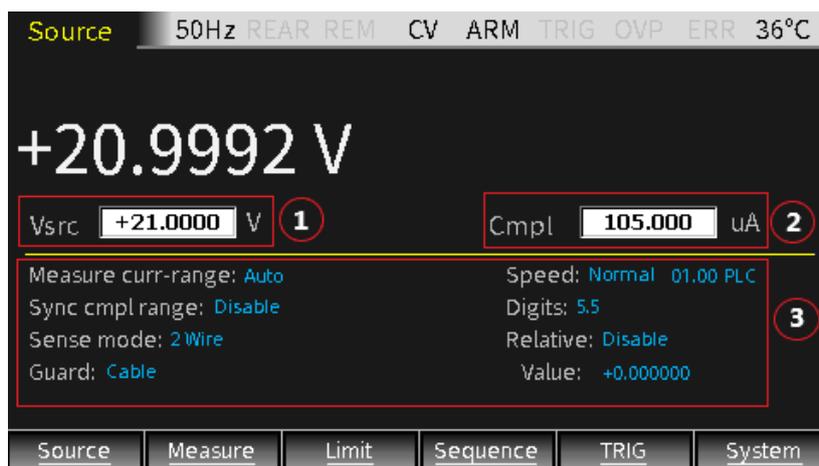
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Во избежание повреждения тестируемого устройства или внешней цепи, не допускается программирование источника напряжения на уровни, превышающие предельные значения защиты от перенапряжения. Будьте осторожны при плавающем потенциале прибора выше 30 В СКЗ.

Время задержки источника

Опция задержки источника используются для установки времени стабилизации сигнала источника. Эта задержка источника представляет собой фазу задержки цикла «Источник–Задержка–Измерение» (ИЗИ), который способствует получению точных стабильных результатов.

Интерфейс программирования на передней панели

Интерфейс по умолчанию при включении питания



1. Интерфейс источника: дисплей настройки параметров включает 3 области, помеченные на рис. цифрами ①, ② и ③, переключение между которыми осуществляется с помощью клавиши «Edit/Lock».
2. При перемещении курсора в области ① или ② клавишами со стрелками (Δ и ∇) установить соответствующий диапазон и с помощью цифровой клавиатуры ввести, при необходимости, нужное числовое значение.
3. Если курсор находится в области ③, клавишами со стрелками установить курсор на соответствующую функцию, нажать клавишу «Enter» (при этом в поле появятся стрелки вверх и вниз, указывающие на несколько вариантов выбора), клавишами со стрелками (Δ и ∇) выбрать нужную опцию и нажать клавишу «Enter» для подтверждения настройки параметра.
Для установки числовых параметров после выбора нужной опции клавишами со стрелками (Δ и ∇) или с помощью цифровой клавиатуры ввести нужное значение и нажать клавишу «Enter» для завершения настройки параметра.

! **ПРИМЕЧАНИЕ:** После перемещения курсора в область ③ использование клавиш «7» и «4» позволяет переключаться между отображением показаний вольтметра и амперметра.

Описание параметров и функций

В режимах воспроизведения и измерения прибор позволяет переключаться между режимами источника напряжения и источника тока и отображать одновременно запрограммированное значение источника и результат измерения. Есть два способа вывода сигнала: с передней или задней панели. Если в строке состояния отображается индикатор «REAR», это означает, что включен выход на задней панели прибора. Выходы на передней и задней панели не могут быть включены одновременно.

Режим источника напряжения V_{src} и источника тока I_{src}

Установить прибор в режим источника напряжения V_{src} или источника тока I_{src} . Для входа в режим редактирования нажать клавишу «Edit/Lock» (при этом цифры в поле становятся белыми на чёрном фоне), потом с помощью клавиш управления курсором (Δ и ∇) установить нужный диапазон.

! **ПРИМЕЧАНИЕ:** Переключение между режимами V_{src} и I_{src} осуществляется с помощью клавиши $\left(\frac{V_{src}}{I_{src}}\right)$. Выбранный диапазон влияет на точность измерений и максимальную величину измеряемого сигнала. При отключенном выходе прибора на дисплее вместо цифр показаний отображается пунктирная линия (например, ---.--- μA), указывающая на то, что измерение не выполняется.

Настройка диапазона

В режиме редактирования с помощью клавиш управления курсором (Δ и ∇) установить нужный диапазон с десятичной точкой и единицей измерения. В режиме источника напряжения V_{src} доступно 4 диапазона, а в режиме источника тока I_{src} — 7 диапазонов:

предел 200 мВ:	200.0000 mV
предел 2 В:	2.000000 V
предел 20 В:	20.000000 V
предел 200 В:	200.0000 V
предел 1 мкА:	1.000000 uA
предел 10 мкА:	10.000000 uA
предел 100 мкА:	100.0000 uA
предел 1 mA:	1.000000 mA
предел 10 mA:	10.000000 mA
предел 100 mA:	100.0000 mA
предел 1 A:	1.000000 A

Числовой ввод

- ① Ввод с помощью цифровых клавиш: используя цифровые клавиши 0-9, ввести нужное значение и нажать клавишу «Enter».
- ② Поразрядный ввод: в режиме редактирования с помощью клавиш управления курсором (◀ и ▶) выбрать цифры (разряды), которые нужно отредактировать, затем, используя клавиши со стрелками (△ и ▽) ввести нужное значение или, при необходимости, знак «+» или «-», затем нажать клавишу «Enter» для выхода из режима редактирования.

 **ПРИМЕЧАНИЕ:** Если в режиме редактирования в течение 6 с никакое значение не будет изменено, режим редактирования автоматически отключается.

Настройка уровня ограничения сигнала на выходе (SmpI)

Установить прибор в режим выбора предельных значений напряжения или силы тока. Для входа в режим редактирования нажать клавишу «Edit/Lock» (при этом цифры в поле становятся белыми на чёрном фоне), потом с помощью клавиш управления курсором (△ и ▽) установить нужный диапазон.

 **ПРИМЕЧАНИЕ:** Если выбран режим источника напряжения V_{src} , требуется установить уровень ограничения выходного тока. Если выбран режим источника тока I_{src} , требуется установить уровень ограничения выходного напряжения.

Настройка диапазона

В режиме редактирования с помощью клавиш управления курсором (△ и ▽) установить нужный диапазон с десятичной точкой и единицей измерения. В режиме выбора предельных значений напряжения V-SmpI доступно 4 диапазона, а в режиме выбора предельных значений силы тока I-SmpI — 7 диапазонов:

предел 200 мВ:	200.0000 mV
предел 2 В:	2.000000 V
предел 20 В:	20.000000 V
предел 200 В:	200.0000 V
предел 1 мкА:	1.000000 uA
предел 10 мкА:	10.000000 uA
предел 100 мкА:	100.0000 uA
предел 1 mA:	1.000000 mA
предел 10 mA:	10.000000 mA
предел 100 mA:	100.0000 mA
предел 1 A:	1.000000 A

Числовой ввод

- ① Ввод с помощью цифровых клавиш: используя цифровые клавиши 0-9, ввести нужное значение и нажать клавишу «Enter».
- ② Поразрядный ввод: в режиме редактирования с помощью клавиш управления курсором (◀ и ▶) выбрать цифры (разряды), которые нужно изменить, затем, используя клавиши со стрелками (△ и ▽) ввести нужное значение и, при необходимости, знак «+» или «-», а затем нажать клавишу «Enter» для выхода из режима редактирования.

 **ПРИМЕЧАНИЕ:** Если в режиме редактирования в течение 6 с никакое значение не будет изменено, режим редактирования автоматически отключается.

Диапазон измерений

Здесь рассматривается функция выбора предела измерений напряжения, силы тока и сопротивления.

Ограничение диапазона

При использовании режима источника напряжения V-Source диапазон измерений напряжения не может быть изменён. Аналогично, при использовании режима источника тока I-Source диапазон измерений силы тока не может быть изменён. В этом случае диапазон измерений определяется выбранным диапазоном источника.

Выбор диапазона

Есть 8 вариантов выбора диапазона измерений силы тока: автоматический выбор предела, 1 А, 100 мА, 10 мА, 1 мА, 100 мкА, 10 мкА, 1 мкА. При измерении напряжения есть 5 вариантов выбора диапазона: автоматический выбор предела, 200 В, 20 В, 2 В, 200 мВ.

Ручной выбор диапазона

Для конфигураций «Источник напряжения / измерение силы тока», «Источник тока / измерение напряжения» и «Измерение сопротивления» может быть выбран фиксированный диапазон. Следует иметь в виду, что верхняя граница диапазона измерений будет зависеть от установленного уровня ограничения сигнала на выходе.

Если величина сигнала на входе превышает установленный уровень ограничения сигнала (фактический уровень ограничения и предельное значение диапазона), или если прибор отображает на дисплее сообщение «OVERFLOW» (перегрузка, переполнение) на заданном диапазоне, необходимо выбрать более высокий предел измерений до тех пор, пока на дисплее не начнут отображаться показания. Для обеспечения максимальной точности измерений рекомендуется использовать как можно более низкий диапазон, не вызывающий переполнения.

Автоматический выбор диапазона

Для конфигураций «Источник напряжения / измерение силы тока», «Источник тока / измерение напряжения» и «Измерение сопротивления» опцию выбора диапазона для функций измерения силы тока или напряжения установить на «Auto» для обеспечения автоматического выбора. После выбора функции автоматического выбора предела прибор автоматически выбирает наиболее подходящий диапазон измерений. Следует иметь в виду, что верхняя граница диапазона измерений будет зависеть от установленного уровня ограничения сигнала на выходе.

Если выбрана функция автоматического выбора предела измерения силы тока или напряжения, цикл «Источник–Задержка–Измерение» (ИЗИ) будет повторять считывание измеренных значений на вновь установленном пределе. Каждый цикл ИЗИ включает время задержки источника. Например, если время задержки источника запрограммировано равно 1 с, при изменении диапазона прибору потребуется, по крайней мере, 2 с, чтобы завершить считывание показания.

Алгоритм автоматического выбора диапазона

Если измеренное значение достигает 105% от установленного предела, прибор автоматически выберет предел, на три диапазона выше текущего. Если увеличение на три диапазона невозможно, прибор установит самый высокий предел. После установки предела считывание показания выполняется ещё раз. На основании результата принимается решение: продолжить увеличение предела или подобрать подходящий диапазон, опираясь на текущее показание. Если измеренное значение не превышает 10% от установленного предела, прибор установит на один диапазон ниже. Если измеренное значение не превышает 1% от установленного предела, прибор установит на два диапазона ниже. Если измеренное значение не превышает 0,1% от установленного предела, прибор установит на три диапазона ниже.

Максимальные показания

Максимальный входной сигнал для каждого предела измерений напряжения, силы тока и автоматического измерения сопротивления определяются выбранным диапазоном. Например, значение $\pm 2,11$ В является максимальным показанием для диапазона 2 В, $\pm 105,5$ мА — максимальным показанием для диапазона 100 мА, а $\pm 2,11$ кОм — максимальным показанием для диапазона 2 кОм.

Для измерения сопротивления в ручном режиме отображаемое на дисплее показание является результатом расчета V/I . Получается, что фактически нет диапазонов измерения сопротивления. Поэтому не требуется дополнение нулями результатов измерений. Например, при измерении сопротивления резистора 936,236 кОм на дисплее будет отображаться значение «936.236 k Ω » (при разрешении $5\frac{1}{2}$ разрядов). Для измерения сопротивления в ручном режиме следует использовать функцию «Measure Curr-Range» для выбора диапазона измерения силы тока или функцию «Measure Volt-Range» для выбора диапазона измерения напряжения.

Уровни входного сигнала, которые превышают максимально допустимые значения, приводят к появлению на дисплее сообщения «OVERFLOW» (переполнение), при этом дистанционная система управления выдаст сообщение «9.91E+37».



ПРИМЕЧАНИЕ: При выборе режима источника напряжения V_{src} , может быть установлен диапазон измерения силы тока. Аналогично, диапазон измерения напряжения нужно устанавливать при выборе режима источника тока I_{src} . Диапазон измерения ограничен предельным значением $Strpl$, и верхняя граница диапазона измерения не может превышать установленный уровень ограничения сигнала $Strpl$.

Настройка диапазона

Нажать клавишу «Edit/Lock» для переключения между опциями выбора диапазона измерения силы тока «Measure Curr-Range» или напряжения «Measure Volt-Range», нажать клавишу «Enter» для входа в режим редактирования, затем с помощью клавиш со стрелками (Δ и ∇) выбрать нужный диапазон и нажать клавишу «Enter» для подтверждения выбора и выхода из режима редактирования.

Синхронизация диапазонов предельных значений $Strpl$

Функция синхронизации диапазонов предельных значений с измерительными диапазонами («Sync $strpl$ range») при включении питания прибора по умолчанию отключена («Disable»). Чтобы активировать эту функцию, необходимо сначала отменить выбор опции автоматического выбора диапазона «Auto» для функций «Measure volt-range» или «Measure curr-range» (отключить функцию автоматического выбора диапазона). Если функция «Sync $strpl$ range» включена («Enable»), то измерительный диапазон может автоматически синхронизироваться с диапазоном предельных значений $Strpl$.

Режим считывания Sense

Основные операции воспроизведения-измерения на приборе GSM7-20H10 выполняются с помощью либо 2-проводной схемы, либо 4-проводной схемы считывания.

Двухпроводная схема подключения

По умолчанию в режимах BENCH и GPIB применяется 2-проводная схема подключения. Двухпроводная схема подключения может использоваться только в тех случаях, если ошибки, вносимые за счёт падения напряжения на измерительных проводах, незначительны. Если сила тока в цепи менее 100 мА, ошибками, возникающими из-за сопротивления измерительных проводов, можно пренебречь (при условии, что сопротивление измерительных проводов не более 1 Ом). Двухпроводные схемы подключения могут использоваться для измерения напряжения и силы тока.

Четырёхпроводная схема подключения

Четырёхпроводная схема подключения используется для компенсации ошибок, обусловленных влиянием сопротивления измерительных проводов, а также повышения точности воспроизведения выходного напряжения и измерения сопротивления и напряжения. При работе прибора в режиме источника напряжения это позволяет подать запрограммированное напряжение на нагрузку без потерь, а при использовании в качестве вольтметра измеренное значение будет соответствовать падению напряжения на нагрузке. 4-проводную схему подключения рекомендуется использовать в следующих случаях:

- если сопротивление тестируемого устройства менее 1 кОм;
- для повышения точности воспроизведения выходного напряжения и измерения сопротивления и напряжения.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! При работе прибора в режиме источника напряжения при 4-проводной схеме подключения необходимо убедиться, что измерительные провода SENSE HI и SENSE LO присоединены к тестируемому устройству. В случае отсоединения одного из проводов от разъёма прибор зафиксирует на разъёме SENSE напряжение 0 В, с целью компенсации, увеличит выходное напряжение, которое может быть опасным как для человека, так и для тестируемого устройства. Для обеспечения защиты можно включить функцию OVP.

Режим защиты «Guard»

В режиме «Guard» используются две функции защиты: «Ohms» и «Cable». При включении питания по умолчанию устанавливается функция «Cable Guard».

Основным назначением функции «Guard» является устранение влияния тока утечки и паразитной ёмкости, которые могут возникнуть между входными/выходными разъёмами HI и LO. Если разъёмы «Guard» не подключены, ток утечки во внешней измерительной цепи будет отрицательно влиять на точность измерения. Ток утечки может возникать вследствие наличия паразитного или непаразитного каналов утечки. Так, например, изоляционный материал коаксиального или триаксиального кабеля может вести себя как паразитное сопротивление и поэтому стать каналом утечки. Примером непаразитного сопротивления является резистор, подключенный параллельно к тестируемому устройству, который также может стать каналом утечки.

Имеется два программируемых уровня выходного импеданса для защитного выхода. Функция высокоомной (порядка 10 кОм) защиты (CABLE guard) используется для уменьшения влияния емкости и каналов утечки тока в измерительной цепи. Функция низкоомной (менее 1 Ом) защиты (OHMS guard) используется для исключения влияния параллельного сопротивления при измерении резистивной составляющей резисторной схемы.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Уровень сигнала на разъёме GUARD такой же, как и на выходном разъёме HI. Таким образом, если на выходном разъёме HI присутствует опасное напряжение, оно также имеется и на разъёме GUARD.

Функция «CABLE Guard»

Используется для обеспечения защиты кабелей при величине импеданса тестируемой цепи более 1 ГОм с помощью высокоомного защитного подключения. Обычно для тестирования высокоимпедансного оборудования необходимо использовать экранированные провода и тестовую оснастку, которые помогают минимизировать влияние помех и защитить пользователя от поражения опасным напряжением. Выбор функции «CABLE guard» обеспечивает высокоимпедансную (порядка 10 кОм) защиту для предотвращения положительной обратной связи, которая может вызывать осцилляции при использовании экранированных кабелей. Функция защиты «CABLE guard» используется для заземления экранов кабелей и тестовой оснастки. Внутри тестовой оснастки защита может быть подключена к защитной пластине или экрану вокруг ТУ.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Во избежание поражения электрическим током необходимо использовать защитное ограждение, которое позволяет предотвратить физический контакт с защитной пластиной или защитным экраном, на которых имеется опасный потенциал (более 30 В СКЗ или 42,4 В макс.). Защитная пластина или защитный экран должны быть полностью окружены защитным ограждением устройства, которое должно быть подключено к защитному заземлению.

В стационарной, неизменяемой конфигурации для подключения прибора к тестируемому устройству может использоваться триаксиальный кабель. Центральная жила кабеля используется для подключения к разъёму Input/Output HI, металлическая пластина — к разъёму V.Ω GUARD, а защитный экран — к разъёму Input/Output LO, который, в свою очередь, подключен к защитному заземлению.

Коаксиальный кабель может использоваться в случаях, когда потенциал на разъёме V.Ω GUARD не превышает 30 В СКЗ (42,4 В макс.). Центральная жила кабеля подключается к разъёму Input/Output HI, а металлическая пластина — к разъёму V.Ω GUARD.

На рис. 9.13 показано подключение в режиме «CABLE guard». Разъём V.Ω GUARD с помощью измерительных проводов подключен к металлической пластине с изолированными измерительными контактами. Так как напряжение на обоих концах изолированного измерительного контакта одинаково, падение напряжения на паразитных сопротивлениях R_{L1} и R_{L2} равно нулю, и утечки тока не происходит. Таким образом, прибор измеряет силу тока, протекающего через ТУ.

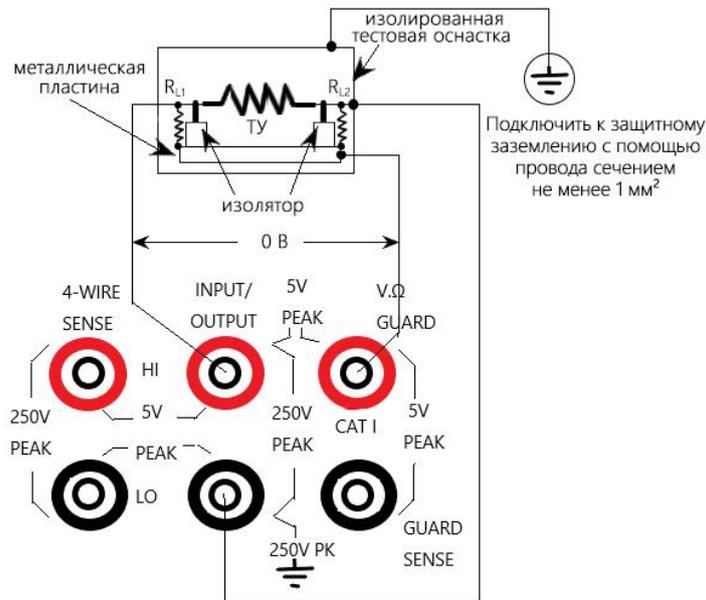


Рис. 9.13. Подключение в режиме «CABLE guard».



ПРИМЕЧАНИЕ:

1. В режиме «CABLE guard» необходимо использовать подключение, показанное на рис. 9.13.
2. Для снижения уровня шумов изолированная тестовая оснастка должна подключаться к разъёму Input/Output LO.
3. Функция «CABLE guard» должна использоваться при воспроизведении или измерении малых токов (менее 1 мкА).

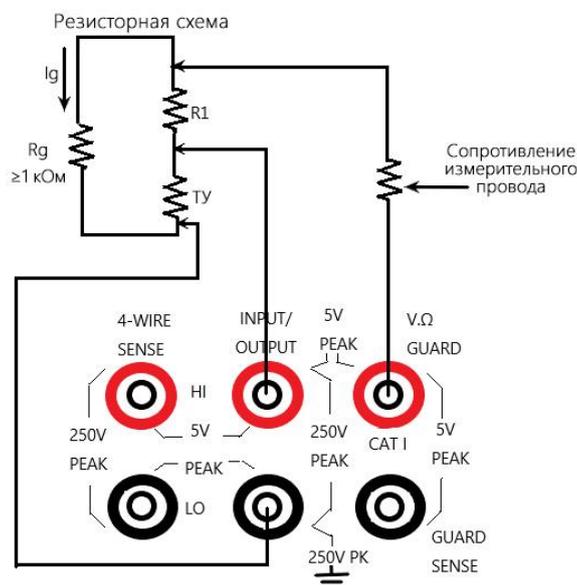
Функция «OHMS Guard»

Функция «OHMS Guard» обеспечивает низкое (менее 1 Ом) внутреннее сопротивление и высокое (до 50 мА) значение силы тока на защитном выходе, что позволяет выполнять измерение сопротивления цепи. При измерении резистивной составляющей резисторной схемы эта функция используется для исключения влияния параллельного сопротивления.

Для выполнения измерений в режиме «OHMS Guard» используются три метода подключения, в зависимости от величины импеданса тестируемого устройства (ТУ).

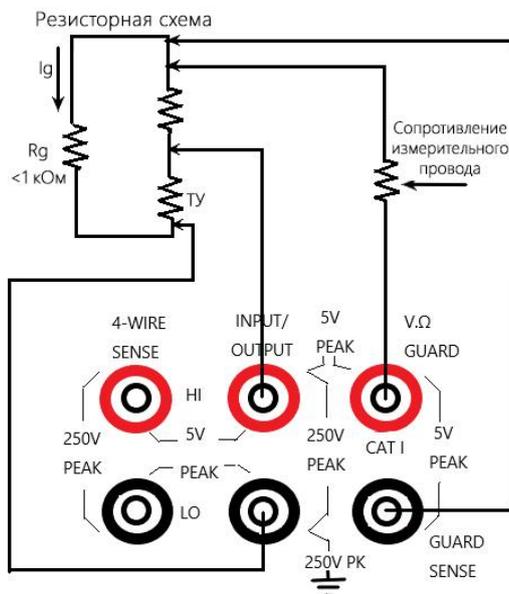
1. $R_g \geq 1$ кОм

Если импеданс R_g цепи от разъёма V.Ω GUARD до разъёма Input/ Output LO больше 1 кОм, импеданс измерительного провода V.Ω GUARD, равный примерно 1 Ом (и, соответственно, падение напряжения на нём), намного меньше R_g . Падение напряжения на сопротивлении R1 приблизительно равно нулю, поэтому утечки тока через сопротивление R1 не происходит. Напряжение на ТУ равно напряжению на разъёме Input/Output HI, поэтому сила тока, протекающего через ТУ, может быть измерена, а сопротивление ТУ рассчитано по формуле $R=V/I$.



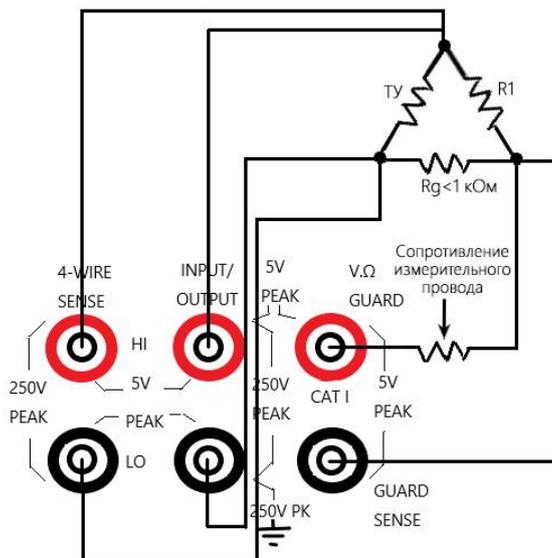
2. $R_g < 1 \text{ кОм}$

Падение напряжения на измерительном проводе V.Ω GUARD, имеющем сопротивление примерно 1 Ом, значительно по сравнению с падением напряжения на R_g , в результате чего потенциал точки подключения R1 и разъёма V.Ω GUARD будет ниже, чем потенциал точки подключения R1 и разъёма Input/Output HI. При этом ток утечки, протекающий через R1, будет влиять на точность измерений. Чтобы исключить влияние падения напряжения на измерительных проводах разъёма V.Ω GUARD, используется показанное на приведённом ниже рис. подключение разъёма GUARD SENSE к резисторной схеме. Разъём GUARD SENSE позволяет считывать значение напряжения разъёма V.Ω GUARD на резисторной схеме. Если это напряжение ниже, чем напряжение на разъёме Input/Output HI, напряжение на разъёме V.Ω GUARD будет увеличиваться до тех пор, пока считываемое значение напряжения не станет равно напряжению на разъёме Input/Output HI.



3. $R_{DUT} < 1 \text{ кОм}$

В этом случае должен использоваться 4-проводная схема измерения. При $R_g < 1 \text{ кОм}$, этот способ переходит в режим «OHMS Guard» с 6-проводной схемой измерения. При использовании этого метода измерений следует выбрать опцию «Guard» режима отключенного выхода «Output-off».



ПРИМЕЧАНИЕ:

1. Режим «OHMS Guard» может быть выбран при использовании предела 1 А (в режиме и источника, и измерителя). Если выбран режим «OHMS Guard», диапазон 1 А не может быть установлен.
2. Сила тока, протекающего через разъёмы «Guard», не должна превышать 50 мА, в противном случае напряжение на разъёмах «Guard» будет меньше напряжения на разъёмах Input/Output, что отрицательно влияет на точность измерений.
3. Операция считывания в режиме «Guard Sense» является автоматической и может выполняться непосредственно после подключения измерительных проводов без предварительной настройки.

Скорость выборки

Этот параметр характеризует скорость выборки (частоту дискретизации), а именно время аналого-цифрового преобразования (АЦП), которое определяется количеством периодов колебаний тока в сети питания (PLC). Так, например, для сети питания переменного тока с частотой 50 Гц 1 PLC равен 20 мс (1/50). Для установки скорости выборки есть пять опций: Fast (быстрая), Medium (средняя), Normal (нормальная), High (высокая) и Other (другая). Опция «Fast» соответствует самому короткому периоду выборки, равному 0,01 PLC, при этом разрешение дисплея составляет 3½ разряда, а точность измерений наименьшая. Опция «High» соответствует самому длинному периоду выборки, равному 10 PLC, при этом разрешение дисплея составляет 6½ разрядов, а точность измерений наивысшая. В целом, использование самой высокой скорости выборки (Fast, 0,01 PLC) приводит к увеличению уровня шума считывания и уменьшению разрешения (количества разрядов). Наименьшая скорость выборки (High, 10 PLC) обеспечивает максимальную точность измерений и подавление шумов. Средние настройки обеспечивают оптимальное соотношение между скоростью измерений и уровнем шумов. При включении питания по умолчанию устанавливается опция Normal (1 PLC). Опция «Other» настраивается пользователем самостоятельно.

Для настройки скорости выборки необходимо с помощью клавиш со стрелками установить курсор в поле «Speed», а затем выбрать нужную опцию:

- опция «Fast» соответствует периоду выборки 0,01 PLC и разрешению 3½ разряда;
- опция «Medium» соответствует периоду выборки 0,1 PLC и разрешению 4½ разряда;
- опция «Normal» соответствует периоду выборки 1 PLC и разрешению 5½ разряда;
- опция «High» соответствует периоду выборки 10 PLC и разрешению 6½ разряда;
- опция «Other» позволяет настраивать любое значение периода выборки от 0,01 PLC до 10 PLC.

При выборе опции «Other» курсор автоматически перемещается в поле установки количества периодов колебаний тока в сети питания (PLC). Затем нужно нажать клавишу «Enter», ввести заданное пользователем значение и клавишей «Enter» подтвердить выбор. При использовании этой опции для настройки скорости выборки разрешение (количество разрядов) не меняется.



ПРИМЕЧАНИЕ: После настройки скорости измерений можно использовать функцию настройки разрешения (количества разрядов).



ПРИМЕЧАНИЕ: Изменение значения скорости измерений приводит к одновременному изменению разрешения, однако изменение разрешения не влияет на величину скорости измерений.

Разрешение (количество разрядов)

Этот параметр характеризует разрешение дисплея или количество разрядов в результате измерений. Для его выбора есть 4 типа настройки: 3½ разряда, 4½ разряда, 5½ разрядов и 6½ разрядов. Эта настройка имеет общий характер. После настройки разрешения дисплея она действительна для всех измерительных функций: напряжения, силы тока и сопротивления.

Есть два способа настройки разрешения дисплея:

- установка количества разрядов: поместить курсор на нужную опцию разрешения (3½, 4½, 5½ или 6½) и нажать клавишу «Enter»;
- установка скорости измерений: поместить курсор в поле «Speed» (Fast, Medium, Normal или High) и нажать клавишу «Enter»; выбрать нужное значение скорости, при этом прибор автоматически установит соответствующее разрешение дисплея.



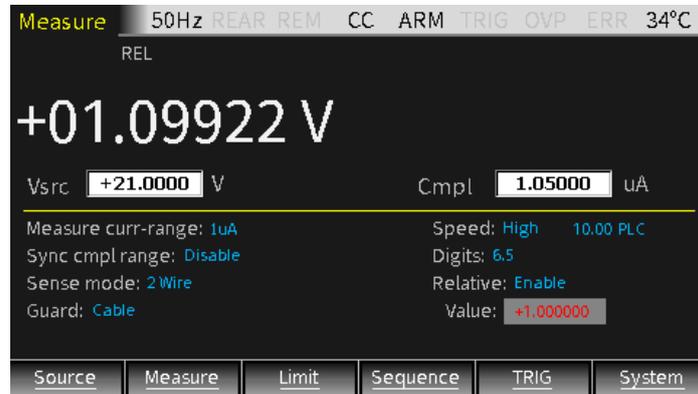
ПРИМЕЧАНИЕ: В режиме дистанционного управления опция настройки разрешения не действует и не влияет на точность и скорость измерений. Эти параметры контролируются параметром SPEED.

Относительные измерения

Функция относительных измерений может использоваться для исключения смещения или вычитания опорного значения из результата измерений (напряжения, силы тока и сопротивления). При включении функции относительных измерений (Relative: Enable) отображаемые показания будут получены с использованием следующей формулы:

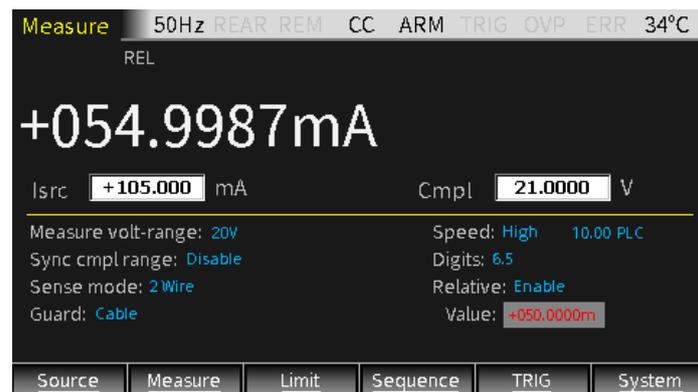
отображаемое показание = фактическое значение на входе – опорное значение,

где «опорное значение» — это фиксированная величина, значение которой вводится в окне «Value» (см. рис. ниже).



Так, например, если к прибору подключена нагрузка 2 МОм, а источник напряжения запрограммирован на 21 В, то сила тока на выходе должна быть равна 10,5 мкА. Но так как предельное значение силы тока (Cmpl) установлено на 1,05 мкА, сила тока на выходе ограничено величиной 1,05 мкА. Прибор работает в режиме постоянного тока (CC), функция относительных измерений включена, а опорное значение установлено на 1 В. В этом случае при нажатии на клавишу «Output» отображаемое значение будет равно разнице между величиной напряжения на выходе и опорным значением.

Если к прибору подключен резистор 20 Ом, прибор работает в режиме источника тока и величина силы тока на выходе настроена на 105 мА, выходное напряжение должно быть равно 2,1 В (см. рис. ниже). Предельное значение напряжения (Cmpl) настроено на 21 В, поэтому напряжение на выходе находится в установленных пределах. Прибор работает в режиме стабилизации тока (CC), функция относительных измерений включена, а опорное значение установлено на 50 мА. В этом случае при нажатии на клавишу «Output» отображаемое значение будет равно разнице между величиной силы тока на выходе и опорным значением.



ПРИМЕЧАНИЕ:

1. Опорное значение является одинаковым для всех диапазонов. Например, если в качестве опорного значения для диапазона 20 В установлено 5 В, то опорное значение для диапазонов 2 В и 200 мВ также будет равно 5 В.
2. Если установленное опорное значение превышает верхнюю границу выбранного диапазона, это не вызовет переполнения и не повысит максимально допустимое значение входного сигнала для этого диапазона. На диапазоне 20 В при величине входного сигнала более 21,1 В прибор зафиксирует переполнение.
3. При включении функции относительных измерений на дисплее отобразится индикатор «REL». При переключении между режимами измерения напряжения и силы тока функция относительных измерений отключается.

Для ввода опорного значения вручную:

- с помощью клавиш со стрелками поместить курсор в область настройки параметров на поле «Relative», выбрать пункт «Enable» и нажать клавишу «Enter»;
- с помощью клавиш со стрелками переместить курсор на поле «Value», ввести нужное значение и нажать клавишу «Enter».

Другие настройки

Длительное нажатие на клавишу «Source» позволяет открыть интерфейс, который используется для настройки следующих параметров: «OVP» (защита от перенапряжения), «Auto delay» (автоматическая задержка), «Vsrc trig control» (управление запуском источника напряжения) и «Isrc trig control» (управление запуском источника тока).



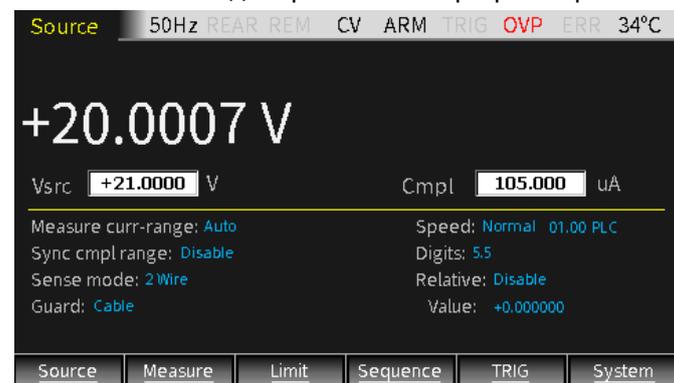
Защита от перенапряжения (OVP)

С помощью клавиш со стрелками (Δ и ▽) поместить курсор на поле «OVP state» и нажать клавишу «Enter» для выбора опции «Enable» или «Disable».

При выборе опции «Enable» активируется функция защиты от перенапряжения, и в строке состояния отображается индикатор «OVP» (OVP).



Если величина напряжения на выходе превысит установленное значение OVP, индикатор «OVP» в строке состояния становится красным (OVP), что указывает на то, что начала действовать функция защиты от перенапряжения, и величина сигнала на выходе ограничена запрограммированным значением OVP.



Автоматическая задержка

Эта функция используется для установки времени автоматической задержки. Этот параметр относится к фазе задержки в цикле «Источник–Задержка–Измерение» (ИЗИ), которая зависит от выбранного диапазона источника.

В дополнение к статическим режимам работы воспроизведения и/или измерения функционирование прибора может включать последовательности циклов ИЗИ. Каждый цикл ИЗИ включает следующие события:

1. Установка выходного сигнала источника
2. Ожидание в течение времени задержки
3. Считывание результата измерений



* Если опция включена

Задержка в цикле ИЗИ помогает обеспечить стабилизацию сигнала источника перед измерением. Время задержки источника может быть установлено вручную в диапазоне от 0000,00000 секунд до 9999,9990 секунд в поле настройки задержки «Delay». Если включена опция автоматической задержки «Auto», время задержки зависит от выбранного в настоящий момент диапазона воспроизведения.

Настройка времени задержки в ручном режиме (вплоть до 9999,999 секунд) может быть использована для компенсации более длительного времени установления, необходимого для внешней цепи. Чем больше емкость на выходе, тем большее время требуется источнику для стабилизации. Величина фактически требуемого времени задержки может быть рассчитана или определена экспериментальным путём. Для чисто резистивных нагрузок или для более высоких значений силы тока может быть установлено время задержки равное 0 мс.

Время измерения зависит от выбранного значения скорости выборки (опция «Speed»). Так, например, если установлена величина скорости выборки 0,01 PLC, время измерения для частоты 60 Гц будет равно 167 мкс.

Опция «Delay» используется для установки вручную времени задержки в диапазоне от 0000,00000 секунд до 9999,99900 секунд. Настройка времени задержки в ручном режиме необходима для отключения опции автоматической задержки «Auto». По умолчанию опция автоматической задержки «Auto» отключена, а время задержки зависит от выбранного диапазона.

Поместить курсор на поле «Auto delay». При выборе опции «Enable» время задержки автоматически определяется выбранным диапазоном измерений. При выборе опции «Disable» необходимо ввести нужное пользователю значение времени задержки в поле «Delay».

Диапазон силы тока	1 мкА	10 мкА	100 мкА	1 мА	10 мА	100 мА	1 А
Автоматическая задержка (Vsrc)	3 мс	2 мс	1 мс	1 мс	1 мс	1 мс	1 мс
Автоматическая задержка (Isrc)	3 мс	1 мс	1 мс	1 мс	1 мс	1 мс	2 мс

Управление запуском источника напряжения (Vsrc trig control)

Эта функция используется для управления запуском источника напряжения.

Поместить курсор на поле «Vsrc trig control» и нажать клавишу «Enter». С помощью клавиш со стрелками (Δ и ∇) выбрать опцию «Enable» или «Disable». При выборе опции «Enable» ввести нужное значение в поле «Scale factor».

Эта функция используется для последовательностей «SRC-MEM» (Память источника). Например, при настройке последовательности из трёх точек измерений требуется настроить в первой точке значение выходного сигнала источника напряжения Vsrc на 12 В, а коэффициент масштабирования — на 0,1. После завершения настройки вернуться в интерфейс источника «Source», нажать и удерживать клавишу F6 (System) для входа в интерфейс настройки системы. Затем нажать клавишу F2 (Control), с помощью клавиш со стрелками переместить курсор на поле «Memory save», нажать клавишу «Enter» и ввести в это поле значение 001, снова нажать клавишу «Enter». Появится всплывающее окно запроса. В заключение ещё раз нажать клавишу «Enter». Первая точка сохранена в первой ячейке памяти. Далее нужно настроить значения коэффициента масштабирования для второй и третьей точек (10 и 0,1 соответственно) и сохранить настройки во второй и третьей ячейках памяти. Назначить адрес начальной ячейки памяти последовательности «SRC-MEM» равный 1 и установить количество точек в последовательности равно трём. По завершении формирования последовательности, данные, обработанные функцией управления запуском, сохраняются в буфере данных. Для просмотра сохранённой в трёх ячейках памяти информации нужно отключить клавишу выхода «Output» и нажать клавишу F4 (Sequence) на главном интерфейсе.

После сканирования первой точки последовательности выходной сигнал источника напряжения Vsrc равно 1,2 В (исходное напряжение 12 В, умноженное на коэффициент масштабирования 0,1). После сканирования второй точки последовательности выходной сигнал источника напряжения Vsrc равно 12 В (напряжение 1,2 В, умноженное на коэффициент масштабирования 10). После сканирования третьей точки последовательности выходной сигнал источника напряжения Vsrc опять равно 1,2 В (напряжение 12 В, умноженное на коэффициент масштабирования 0,1). Выходное напряжение после срабатывания функции управления запуском источника показано на приведённых ниже рисунках.



Управление запуском источника тока (Isrc trig control)

Эта функция используется для управления запуском источника тока.

Поместить курсор на поле «Isrc trig control» и нажать клавишу «Enter». С помощью клавиш со стрелками (Δ и ∇) выбрать опцию «Enable» или «Disable». При выборе опции «Enable» ввести нужное значение в поле «Scale factor». Эта функция используется для последовательностей «SRC-MEM». Например, при настройке последовательности из трёх точек измерений требуется настроить в первой точке значение выходного сигнала источника тока Isrc на 1,05 А, а коэффициент масштабирования — на 0,1. Сохранить настройки первой точки в первую ячейку памяти. Далее нужно настроить значения коэффициента масштабирования для второй и третьей точек (10 и 0,1 соответственно) и сохранить настройки во второй и третьей ячейках памяти. Назначить адрес начальной ячейки памяти последовательности «SRC-MEM» равный 1 и установить количество точек в последовательности равно трём. По завершении формирования последовательности, данные, обработанные функцией управления запуском, сохраняются в буфере данных. Для просмотра сохранённой в трёх ячейках памяти информации нужно отключить клавишу выхода «Output» и нажать клавишу F4 (Sequence) на главном интерфейсе.

После сканирования первой точки последовательности выходной сигнал источника тока Isrc равно 0,105 А (исходная сила тока 1,05 А, умноженная на коэффициент масштабирования 0,1). После сканирования второй точки последовательности выходной сигнал источника тока Isrc равно 1,05 А (сила тока 0,105 А, умноженная на коэффициент масштабирования 10). После сканирования третьей точки последовательности выходной сигнал источника тока Isrc опять равно 0,105 А (сила тока 1,05 А, умноженная на коэффициент масштабирования 0,1). Величина выходного тока после срабатывания функции управления запуском источника показана на приведённых ниже рисунках.



Процедура вывода

Обычно включает следующие шаги:

- подключить внешнее устройство (к передней или задней панели) в соответствии с требованиями тестирования;
- при подключении к выходам на задней панели последовательно нажать System→Control→Rear;
- настроить выходные параметры источника (напряжение Vsrc, сила тока Isrc и предельные значения Cmpl) на передней панели;
- настроить другие параметры в области настройки параметров (интерфейс режима измерения);
- выбрать нужный вид отображаемых результатов измерений напряжения или силы тока (клавиши «7/V» или «4/I»);
- нажать клавишу включения выхода «Output» для начала измерений.

Описание индикаторов состояний

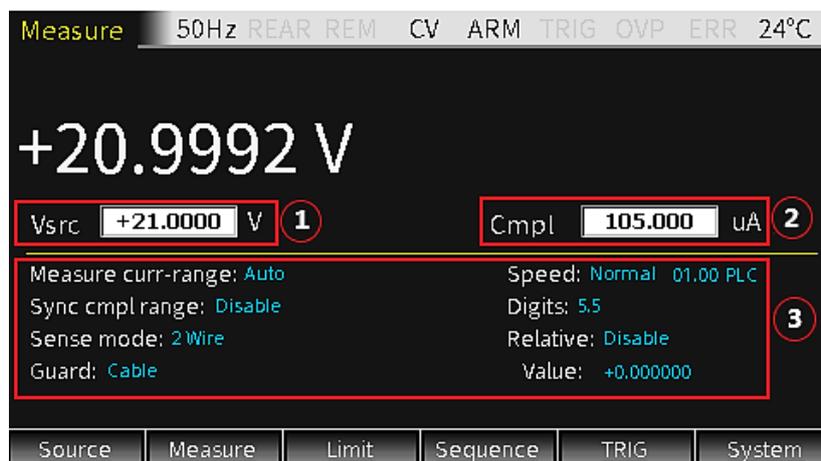
REAR	Индикатор отображается при включении выходов на задней панели. Если этот индикатор не отображается, включены выходы на передней панели.
REM	Отображается при включении дистанционного управления.
CV	Если прибор настроен на работу в режиме источника тока и в случае, если выходное напряжение ограничено величиной предельного значения Cmpl или верхней границей диапазона измерения напряжения, прибор работает в режиме стабилизации напряжения CV. Если прибор настроен на работу в режиме источника напряжения и в случае, если выходной ток НЕ ограничен величиной предельного значения Cmpl или верхней границей диапазона измерения тока, прибор работает в режиме стабилизации напряжения CV.
CC	Если прибор настроен на работу в режиме источника напряжения и в случае, если выходной ток ограничен величиной предельного значения Cmpl или верхней границей диапазона измерения тока, прибор работает в режиме стабилизации тока CC. Если прибор настроен на работу в режиме источника тока и в случае, если выходное напряжение НЕ ограничено величиной предельного значения Cmpl или верхней границей диапазона измерения напряжения, прибор работает в режиме стабилизации тока CC.
ARM	Выполняются операции воспроизведения/измерения.
TRIG	Выбран внешний источник запуска (линия запуска Tlink, фронт/срез импульса, любой перепад).
OVP	Если включена функция OVP, этот индикатор отображается черным цветом. Если величина напряжения на выходе превысит установленное значение, индикатор становится красным.
ERR	Индикатор отображается при ошибке считывания или при нарушении процедуры калибровки.

9.3. Функция измерения силы тока и напряжения

Прибор GSM7-20H10 обеспечивает прямые измерения напряжения, силы тока и сопротивления, а также выполнение некоторых математических операций.

Интерфейс функции измерения

Дисплей



1. Интерфейс функции измерения, в основном, такой же, как и интерфейс источника (добавлены только пункты, касающиеся настройки измерения сопротивления). Зона настройки параметров включает 3 области, помеченные на приведённом выше рис. цифрами ①, ② и ③, переключение между которыми осуществляется с помощью клавиши «Edit/Lock».
2. Программирование параметров в этих областях описано в разделе «Функция воспроизведения силы тока и напряжения».

! **ПРИМЕЧАНИЕ:** В случае нечислового ввода клавишами «7», «4», «1» и «0» можно переключаться между отображением результатов измерения напряжения, силы тока и сопротивления, а также результатов вычисления мощности (Power), сопротивления с компенсацией смещения (CompOhms), коэффициента напряжения резистора (Vcoeff), показателя нелинейности (альфа) варистора (VarAlpha), отклонения (DEV).

Измеритель напряжения, силы тока

Настройка работы

Нажать клавишу F2 (Measure) для отображения интерфейса функции измерения. В случае нечислового программирования нажать клавишу «7/V» для включения режима вольтметра (источник должен быть настроен на режим Isrc), или нажать клавишу «4/I» включения режима измерения силы тока (источник должен быть настроен на режим Vsrc).

Настройка режима источника и порогового значения

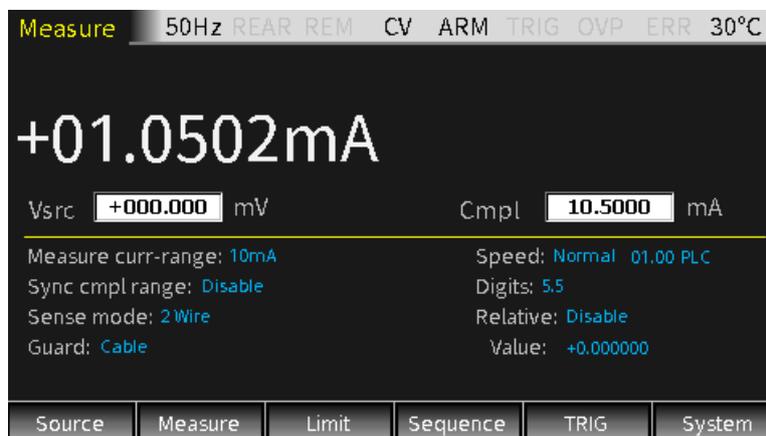
- Настроить вольтметр (Isrc) или измеритель силы тока (Vsrc) на самый низкий предел измерения, а затем настроить значения Isrc или Vsrc на 0 (0,00000 мкА или 000,000 мВ).
- Установить величину уровня ограничения сигнала на выходе так, чтобы он был выше уровня измеряемого сигнала.
- Нажать клавишу включения выхода «Output» для начала измерений.

Примеры

Для измерения напряжения 1,1 В настроить прибор для работы в качестве источника тока. Установить предел измерения 2 В, Isrc на 0,00000 мкА, пороговое значение Cmpl на 2,1 В. Нажать клавишу включения выхода «Output» для отображения результата измерений.



Для измерения силы тока 1,05 мА настроить прибор для работы в качестве источника напряжения. Установить предел измерения 10 мА, Isrc на 000,000 мВ, пороговое значение Cmpl на 10,5 мА. Нажать клавишу включения выхода «Output» для отображения результата измерений.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! При использовании прибора в качестве вольтметра пороговое значение Cmpl должно быть установлено выше измеряемого напряжения. Несоблюдение этого условия может привести к повреждению прибора из-за чрезмерной величины протекающего через него тока.

Настройка диапазона измерений

При настройке диапазона измерения напряжения или силы тока для обеспечения максимальной точности измерений следует выбирать возможно более низкий предел измерений. При измерении силы тока можно включить функцию автоматического выбора предела. В этом случае прибор автоматически выберет самый чувствительный диапазон. При измерении напряжения НЕ ДОПУСКАЕТСЯ использование функции автоматического выбора диапазона.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! При использовании прибора в качестве только вольтметра НЕ ДОПУСКАЕТСЯ использование функции автоматического выбора диапазона, а также выбор предела измерений ниже измеряемого значения напряжения. Несоблюдение этого условия может привести к повреждению прибора из-за чрезмерной величины протекающего через него тока.

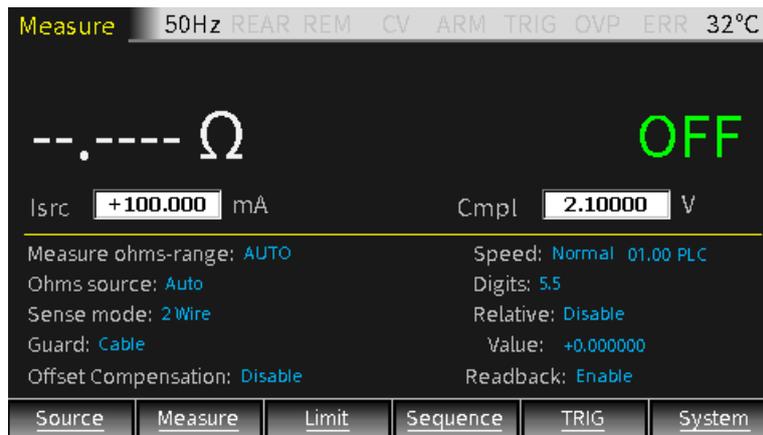


ПРИМЕЧАНИЕ: При измерении только напряжения или силы тока следует использовать 2-проводную схему подключения тестируемого устройства к прибору.

Измерение сопротивления

Интерфейс функции измерения

Для включения режима измерения сопротивления нажать клавишу F2 (Measure), а затем нажать клавишу «1/Ω».



Описание

Для настройки выходного сигнала при измерении сопротивления используются режимы I_{src}/V_{src} .

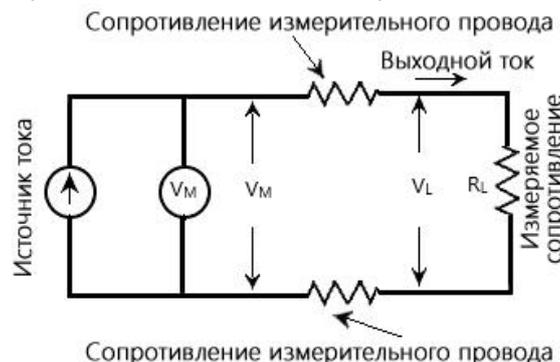
При выборе опции «Auto» параметра «Ohms source» прибор по умолчанию настроен на режим источника тока и функционирует как обычный омметр с источником тока. При использовании этой опции нужно выбрать предел измерения сопротивления или запустить функцию автоматического выбора диапазона и нажать клавишу включения выхода «Output» для начала измерений. При выборе опции «Auto» параметра «Ohms source» по умолчанию величина выходного тока зависит от выбранного предела измерения сопротивления. При выборе опции «Manual» параметра «Ohms source» можно настроить прибор для работы в режиме источника напряжения или тока, установить значение выходного сигнала и выбрать измерительный диапазон, наилучшим образом подходящий для измерения тестируемого сопротивления с наивысшей точностью. Как правило, диапазон выходного тока соответствует диапазону измерения сопротивления следующим образом:

Диап. сопротивления	2 Ом	20 Ом	200 Ом	2 кОм	20 кОм	200 кОм	2 МОм	20 МОм	200 МОм
Диап. силы тока	–	100 мА	10 мА	1 мА	100 мкА	10 мкА	1 мкА	1 мкА	100 нА

Пункт «Cmpl» используется для установки пороговых значений выходного сигнала, при этом минимально допустимое пороговое значение зависит от величины нагрузки и выходного сигнала. Например, если на резистор 2 кОм подаётся напряжение 2 В, минимально допустимое пороговое значение силы тока будет равно 1 мА. Если настроить величину порогового значения силы тока меньше 1 мА, то выходной сигнал будет равен пороговому значению.

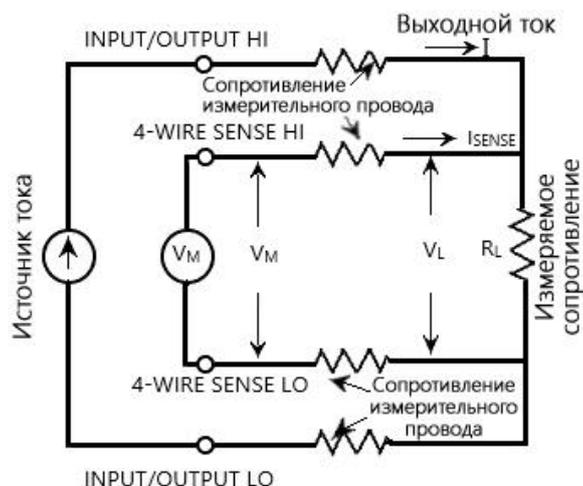
Использование 4-проводной схемы подключения для измерения сопротивления позволяет обеспечить более высокую точность по сравнению с 2-проводной схемой.

На приведённом ниже рисунке показана 2-проводная схема подключения. Для подключения ТУ к разъёмам Input/Output HI и LO требуется всего два измерительных провода. Сопротивление измерительных проводов влияет на точность измерения сопротивления, особенно измерения малых сопротивлений.



На приведённом ниже рисунке показана 4-проводная схема подключения, в которой используются два дополнительных измерительных провода для подключения тестируемого устройства к разъёмам SENSE HI и LO для снижения влияния сопротивления измерительных проводов на точность измерений. Благодаря высокому входному импедансу вольтметра, силой тока в измерительных проводах,

подключенных к обоим выводам тестируемого устройства, можно пренебречь. Тогда напряжение, измеренное вольтметром, равно напряжению на обоих выводах ТУ.



Математические операции

Описание

Нажать и удерживать клавишу F2 (Measure) для отображения интерфейса математических операций, включая меню функций для расчета 5 параметров: мощности (Power), сопротивления с компенсацией смещения (CompOhms), коэффициента отсечки напряжения резистора (Vceoff), показателя нелинейности (альфа) варистора (VarAlpha) и отклонения в процентах (%DEV).

Для вычисления мощности и отклонения в процентах используется измерение напряжения и/или силы тока в одной точке. Для вычисления сопротивления с компенсацией смещения, коэффициента альфа варистора и коэффициента напряжения резистора требуют измерения в двух точках. Результаты измерений используются в дальнейшем для выполнения вычислений.



Мощность

Эта математическая функция используется для расчета мощности на основе измеренных величин напряжения и силы тока по следующей формуле:

$$\text{Мощность (Вт)} = V \times I,$$

где: V — измеренное значение напряжение;

I — измеренное значение силы тока.

Сопротивление с компенсацией смещения (CompOhms)

Наличие термоэлектрического потенциала может неблагоприятно сказаться на точности измерений малых сопротивлений. Метод измерения сопротивления с компенсацией смещения может использоваться для устранения влияния напряжения смещения. Сопротивление с компенсацией смещения вычисляется по формуле:

$$\text{CompOhms (Ом)} = (V2-V1) / (I2-I1),$$

где: V1 — значение напряжения, измеренное при первом запрограммированном значении сигнала источника;

V2 — значение напряжения, измеренное при втором запрограммированном значении сигнала источника;

I1 — значение силы тока, измеренное при первом запрограммированном значении сигнала источника;

I2 — значение силы тока, измеренное при втором запрограммированном значении сигнала источника.

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

1. Два запрограммированных источника могут быть источниками напряжения или источниками тока.
2. При нажатии на клавишу «1» для переключения в режим измерения сопротивления в интерфейсе функции измерения опция «Offset Compensation» позволяет также настраивать функцию «CompOhms». При выборе пункта «Enable» функция измерения сопротивления с компенсацией смещения включается, и прибор автоматически выбирает 0 в качестве второго источника.

Коэффициент напряжения резистора (Vseoff)

Резисторы с высоким значением сопротивления (порядка нескольких мегаом) в зависимости от приложенного напряжения может изменяться сопротивление. Этот эффект известен как коэффициент напряжения, который определяется по формуле:

$$\text{Коэффициент напряжения (\%)} = \frac{\Delta R}{R_2 \times \Delta V} \times 100\%$$

где: $\Delta R = R_2 - R_1$;

$\Delta V = V_2 - V_1$;

R_1 — значение сопротивления, измеренное при первом запрограммированном значении сигнала источника;

R_2 — значение сопротивления, измеренное при втором запрограммированном значении сигнала источника;

V_1 — значение напряжения, измеренное при первом запрограммированном значении сигнала источника;

V_2 — значение напряжения, измеренное при втором запрограммированном значении сигнала источника.

Для расчёта величины коэффициента напряжения необходимо настроить два значения источника напряжения.

Альфа варистора (VarAlpha)

Показатель нелинейности (α) варистора (VarAlpha) является одной из важных характеристик варистора. Величина показателя нелинейности определяется по формуле:

$$\alpha = \frac{\log(I_2/I_1)}{\log(V_2/V_1)}$$

где: V_1 — значение напряжения, измеренное при первом запрограммированном значении сигнала источника тока;

V_2 — значение напряжения, измеренное при втором запрограммированном значении сигнала источника тока.

При вычислении значения VarAlpha используется абсолютная величина отношений (I_2/I_1) и (V_2/V_1). Для расчёта величины показателя нелинейности необходимо настроить два значения источника тока I_1 и I_2 .

Отклонение в процентах (DEV)

Этот параметр представляет собой выраженное в процентах отклонение между отображаемым результатом измерения и опорным значением, устанавливаемым пользователем. Определяется по формуле:

$$\text{Dev} = [(X - Y) / Y] \times 100\%,$$

где: X — отображаемый на дисплее результат измерения (напряжения, силы тока или сопротивления);

Y — опорное значение.

Значение Y устанавливается вручную в поле «Ref value». Единица измерения опорной величины такая же, как и результата измерения (Вольт, Ампер, Ом).

Описание параметров и функций***Vsrc/ Isrc/ Cmpl***

Подробное описание настройки этих параметров и функций приведено в разделе «Источник» на стр. 30-31.

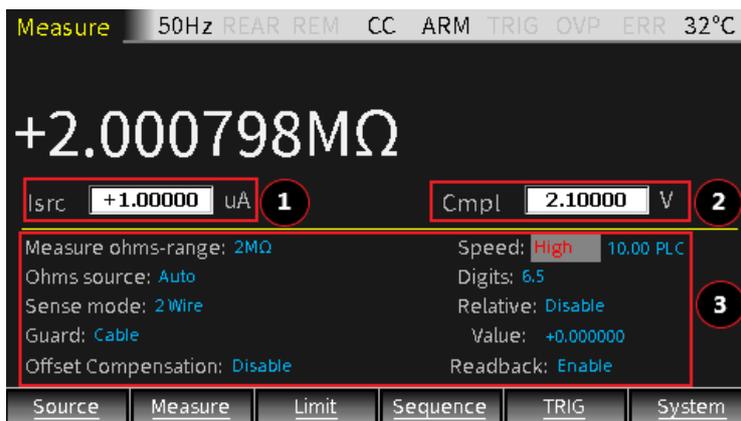
Диапазон измерений / Синхронизация диапазонов предельных значений / Режим считывания

Подробное описание настройки этих режимов и функций приведено в разделе «Источник» на стр. 31-33.

Скорость выборки / Разрешение / Относительные измерения

Нажатие на клавиши «9/S», «6/D» и «3/R» позволяет быстро настроить опции «Скорость выборки» (Speed) / «Разрешение» (Digits) / Относительные измерения (Relative).

При выполнении измерений сопротивления необходимо задавать следующие параметры.



Выбор диапазона измерения сопротивления

Эта функция используется для настройки диапазона измерения сопротивления для обеспечения максимальной точности или выбора опции «AUTO», при включении которой прибор устанавливает наиболее подходящий диапазон. Для измерения сопротивления есть девять опций, включая восемь диапазонов: 20 Ом, 200 Ом, 2 кОм, 20 кОм, 200 кОм, 2 МОм, 20 МОм, 200 МОм и AUTO.

Настройка: установить курсор на настраиваемый параметр (при этом он отображается красными буквами на сером фоне) и нажать клавишу «Enter». Затем, при появлении в редактируемом поле стрелок вверх и вниз, с помощью клавиш управления курсором (Δ и ∇) выбрать нужный диапазон и нажать клавишу «Enter» для подтверждения выбора.

Выбор источника измерения сопротивления

Эта опция используется для выбора ручного или автоматического режима измерений сопротивления. При выборе автоматического режима измерений сопротивления прибор работает как обычный омметр с источником тока. При выборе опции ручного режима измерений сопротивления можно переключить прибор для работы в режиме источника напряжения или источника тока. При включении режима источника напряжения необходимо установить значение выходного сигнала Vsrc и пороговых значений выходного сигнала Cmpl. При настройке пороговых значений следует пользоваться сравнительной таблицей:

Диапазон измер-я сопротивления	2 Ом	20 Ом	200 Ом	2 кОм	20 кОм	200 кОм	2 МОм	20 МОм	200 МОм
Диапазон порог. значений тока	–	100 мА	10 мА	1 мА	100 мкА	10 мкА	1 мкА	1 мкА	100 нА

Настройка: установить курсор на настраиваемый параметр (при этом он отображается красными буквами на сером фоне) и нажать клавишу «Enter». Затем, при появлении в редактируемом поле стрелок вверх и вниз, с помощью клавиш управления курсором (Δ и ∇) выбрать нужный режим (Manual или Auto) и нажать клавишу «Enter» для подтверждения выбора.

! ПРИМЕЧАНИЕ: При выборе режима «Auto» переключение между режимами источника напряжения и источника тока невозможно.

Измерение сопротивления с компенсацией смещения

Метод измерения сопротивления с компенсацией смещения (Offset Compensation) используется для уменьшения влияния термоэлектрического потенциала при выполнении измерений малых сопротивлений. Сначала измеряется напряжение (V1) и сила тока (I1) на сопротивлении при первом запрограммированном значении сигнала источника (V-Source или I-Source). Затем измеряется напряжение (V2) и сила тока (I2) при настройке источника на 0. Если источник настраивается на 0 автоматически, измеренное на сопротивлении напряжение равно термоэлектрическому потенциалу. При включении функции «Offset Compensation» значение сопротивления вычисляется по формуле:

$$R = \frac{V1 - V2}{I1 - I2}$$

! ПРИМЕЧАНИЕ: По умолчанию функция «Offset Compensation» выключена (Disable).

Настройка: установить курсор на настраиваемый параметр (при этом он отображается красными буквами на сером фоне) и нажать клавишу «Enter». Затем, при появлении в редактируемом поле стрелок вверх и вниз, с помощью клавиш управления курсором (Δ и ∇) выбрать нужную опцию (Enable или Disable) и нажать клавишу «Enter» для подтверждения выбора.

Считывание значений

Когда функция считывания значений «Readback» включена (Enable), считанные показания являются фактическими значениями напряжения и силы тока, которые будут использованы для вычисления сопротивления. Когда функция считывания значений «Readback» отключена (Disable), прибор использует запрограммированные значения для вычисления сопротивления, что может привести к получению неправильных результатов измерений. Если источник находится в режиме ограничения выходного сигнала (Compliance), выбор опции «Disable» функции «Readback» обеспечивает более корректные измерения сопротивления.



ПРИМЕЧАНИЕ: По умолчанию функция «Readback» включена (Enable).

Настройка: установить курсор на настраиваемый параметр (при этом он отображается красными буквами на сером фоне) и нажать клавишу «Enter». Затем, при появлении в редактируемом поле стрелок вверх и вниз, с помощью клавиш управления курсором (Δ и ∇) выбрать нужную опцию (Enable или Disable) и нажать клавишу «Enter» для подтверждения выбора.

Настройка параметров математических функций

Измерение мощности

Эта математическая функция используется для вычисления мощности путём перемножения измеренных значений напряжения и силы тока. Вычисленное значение мощности отображается на дисплее в ваттах с символом «W» в поле единиц.

Последовательность операций:

- нажать клавишу F2 (Measure) для входа в интерфейс измерений, выбрать нужный тип источника (V-Source или I-Source) и нажать и удерживать клавишу F2 (Measure) для отображения интерфейса математических операций;
- нажать клавишу F1 (Power) для выбора функции вычисления мощности (при этом шрифт становится красным);
- нажать клавишу F6 (Cancel) для возврата в интерфейс измерений;
- нажать клавишу «0/M» для входа в интерфейс математических операций, при этом на дисплее появится символ «POWER», указывающий, что выполняется вычисление мощности;
- в заключение нажать клавишу «Output», при этом на дисплее отобразится результат измерения мощности.



ПРИМЕЧАНИЕ: Если перед настройкой параметров вычисления уже отображается интерфейс математических операций, нужно нажать клавишу F6 (Cancel) для возврата в интерфейс измерений, нажимать на клавишу «0/M» не требуется.

Пример: прибор подключен к резистору 2 МОм, источник тока установлен на 1 мкА, пороговое значение напряжения составляет 2,1 В. Результат измерения мощности показан на рисунке:



Измерение сопротивления с компенсацией смещения

Эта математическая функция используется для компенсации смещения при измерении сопротивления.

Последовательность операций:

- нажать клавишу F2 (CompOhms), выбрать функцию «CompOhms» (при этом шрифт становится красным), курсор автоматически переместится на пункт «CompOhms (Vs/Is)»;
- с помощью клавиши «Enter», клавиш со стрелками и цифровой клавиатуры последовательно ввести значения силы тока I1 и I2;
- нажать клавишу F6 (Cancel) для возврата в интерфейс измерений;

- нажать клавишу «0/M» для входа в интерфейс математических операций, при этом на дисплее появится символ «CompOhms», указывающий, что выполняется вычисление CompOhms;
- в заключение нажать клавишу «Output», при этом на дисплее отобразится результат измерения сопротивления.

ПРИМЕЧАНИЕ: При программировании значений V1 и V2 (или I1 и I2) с помощью клавиш со стрелками (Δ и ∇) можно переключать диапазоны напряжения и силы тока. Диапазон тока и напряжения должен соответствовать диапазону измеряемого сопротивления. Вид вводимых величин (напряжение V1 и V2 или сила тока I1 и I2) зависит от типа источника, установленного в интерфейсе измерений.

Пример: прибор подключен к резистору 2 МОм, величина I1 составляет 0,1 мкА, а I2 — 1 мкА. Настройки параметров и результат измерений показан на приведённых ниже рисунках.



Коэффициент напряжения резистора (Vceoff)

Эта математическая функция используется для измерения коэффициента напряжения резисторов с высоким значением сопротивления (порядка нескольких мегаом).

Последовательность операций:

- нажать клавишу F3 (Vceoff), выбрать функцию «Vceoff» (при этом шрифт становится красным), курсор автоматически переместится на пункт «Vceoff»;
- с помощью клавиши «Enter», клавиш со стрелками и цифровой клавиатуры последовательно ввести значения напряжения V1 и V2;
- нажать клавишу F6 (Cancel) для возврата в интерфейс измерений;
- нажать клавишу «0/M» для входа в интерфейс математических операций, при этом на дисплее появится символ «Vceoff», указывающий, что выполняется вычисление коэффициента напряжения Vceoff;
- нажать клавишу «Output», при этом на дисплее отобразится результат измерения коэффициента напряжения.

ПРИМЕЧАНИЕ: При программировании значений V1 и V2 с помощью клавиш со стрелками (Δ и ∇) можно переключать диапазоны напряжения. Диапазон напряжения должен соответствовать диапазону измеряемого сопротивления.

Пример: прибор подключен к резистору 2 МОм, величина V1 составляет 100 мВ, а V2 — 1 В. Настройки параметров и результат измерений показан на приведённых ниже рисунках.





Альфа варистора

Эта математическая функция используется для измерения величины параметра α варисторов.

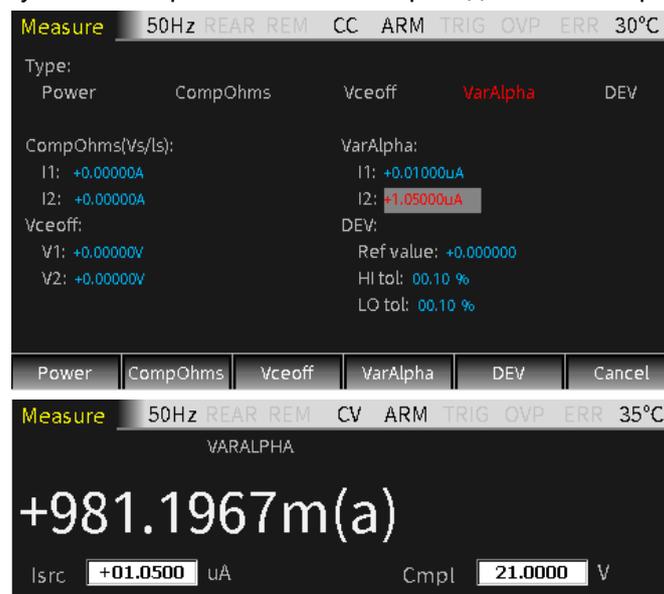
Последовательность операций:

- нажать клавишу F4 (VarAlpha), выбрать функцию «VarAlpha» (при этом шрифт становится красным), курсор автоматически переместится на пункт «VarAlpha»;
- с помощью клавиши «Enter», клавиш со стрелками и цифровой клавиатуры последовательно ввести значения силы тока I1 и I2;
- нажать клавишу F6 (Cancel) для возврата в интерфейс измерений;
- нажать клавишу «0/M» для входа в интерфейс математических операций, при этом на дисплее появится символ «VarAlpha», указывающий, что выполняется вычисление показателя нелинейности (α) варистора;
- нажать клавишу «Output», при этом на дисплее отобразится результат измерения параметра VarAlpha.



ПРИМЕЧАНИЕ: При программировании значений I1 и I2 с помощью клавиш со стрелками (Δ и ∇) можно переключать диапазоны силы тока. Диапазон тока должен соответствовать диапазону измеряемого сопротивления.

Пример: прибор подключен к резистору 1 МОм, величина I1 составляет 0,01 мкА, а I2 — 1,05 мкА. Настройки параметров и результат измерений показан на приведённых ниже рисунках.



Отклонение

Эта математическая функция используется для измерения величины выраженного в процентах отклонения между отображаемым результатом измерения и опорным значением, устанавливаемым пользователем.

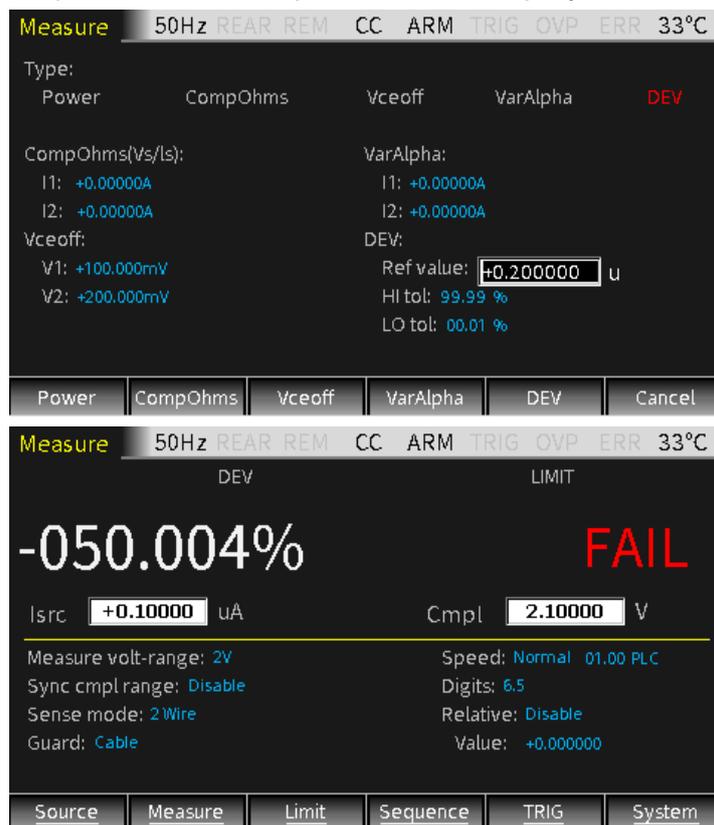
Последовательность операций:

- нажать клавишу F5 (DEV), выбрать функцию «DEV» (при этом шрифт становится красным), курсор автоматически переместится на пункт «DEV»;
- с помощью клавиши «Enter», клавиш со стрелками и цифровой клавиатуры последовательно ввести опорное значение, а также значения верхней и нижней границ допустимого отклонения;
- нажать клавишу F6 (Cancel) для возврата в интерфейс измерений;
- нажать клавишу «0/M» для входа в интерфейс математических операций, при этом на дисплее появится символ «DEV», указывающий, что выполняется вычисление величины DEV;
- нажать клавишу «Output», при этом на дисплее отобразится результат измерения величины отклонения.



ПРИМЕЧАНИЕ: Опорное значение не имеет единиц измерения. Вид показаний измерений (напряжения, силы тока, сопротивления), настроенный в интерфейсе измерений, определяет вид опорного значения. При программировании величины опорного значения с помощью клавиш со стрелками (Δ и ∇) можно переключать порядок величины.

Пример: прибор подключен к резистору 1 МОм, опорное значение составляет 0,2 мкА. Настройки параметров и результат измерений показан на приведённых ниже рисунках.



Процесс измерений

Обычно включает следующие шаги:

- подключить измерительные провода к передней или задней панели в соответствии с требованиями тестирования;
- при подключении к выходам на задней панели последовательно нажать System→Control→Rear;
- настроить выходные параметры источника (напряжение V_{src} , сила тока I_{src} и предельные значения $Cmpl$) на передней панели;
- настроить другие параметры в области настройки параметров (интерфейс режима измерения);
- выбрать нужный вид отображаемых результатов измерений напряжения, силы тока, сопротивления или математических операций (клавиши «7/V», «4/I», «1/Ω», «0/M»);
- нажать клавишу включения выхода «Output» для начала измерений.

Описание индикаторов состояний

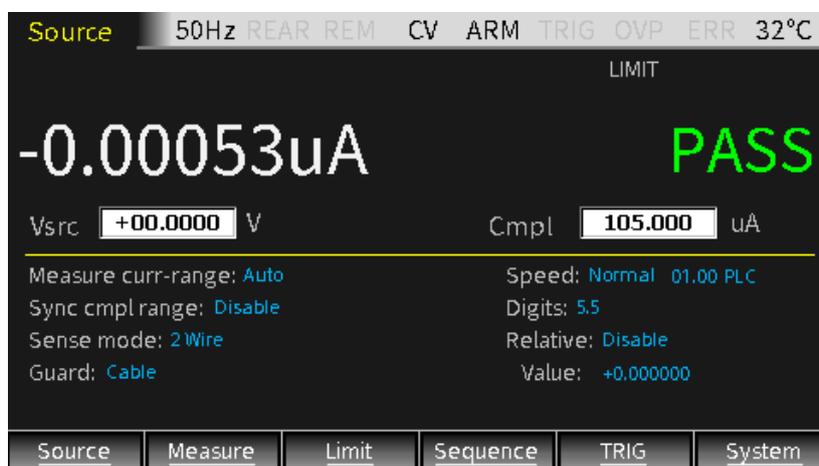
REAR	Индикатор отображается при включении выходов на задней панели. Если этот индикатор не отображается, включены выходы на передней панели.
REM	Отображается при включении дистанционного управления.
CV	Если прибор настроен на работу в режиме источника тока и в случае, если выходное напряжение ограничено величиной предельного значения $Cmpl$ или верхней границей диапазона измерения напряжения, прибор работает в режиме стабилизации напряжения CV. Если прибор настроен на работу в режиме источника напряжения и в случае, если выходной ток НЕ ограничен величиной предельного значения $Cmpl$ или верхней границей диапазона измерения тока, прибор работает в режиме стабилизации напряжения CV.
CC	Если прибор настроен на работу в режиме источника напряжения и в случае, если выходной ток ограничен величиной предельного значения $Cmpl$ или верхней границей диапазона измерения тока, прибор работает в режиме стабилизации тока CC. Если прибор настроен на работу в режиме источника тока и в случае, если выходное напряжение НЕ ограничено величиной предельного значения $Cmpl$ или верхней границей диапазона измерения напряжения, прибор работает в режиме стабилизации тока CC.
ARM	Выполняются операции воспроизведения/измерения.
TRIG	Выбран внешний источник запуска (линия запуска Tlink, фронт/срез импульса, любой перепад).
OVP	Если включена функция OVP, этот индикатор отображается черным цветом. Если величина напряжения на выходе превысит установленное значение, индикатор становится красным.
ERR	Индикатор отображается при ошибке считывания или при нарушении процедуры калибровки.

9.4. Функция тестирования по пределам

Тестирование по пределам (тестирование на соответствие предельным значениям, тестирование «Годен/ Не годен», допусковый контроль) — это вид испытания, суть которого состоит в определении значения контролируемого параметра и сравнении результата с заданными предельными значениями (Limit).

Интерфейс функции тестирования по пределам

Описание

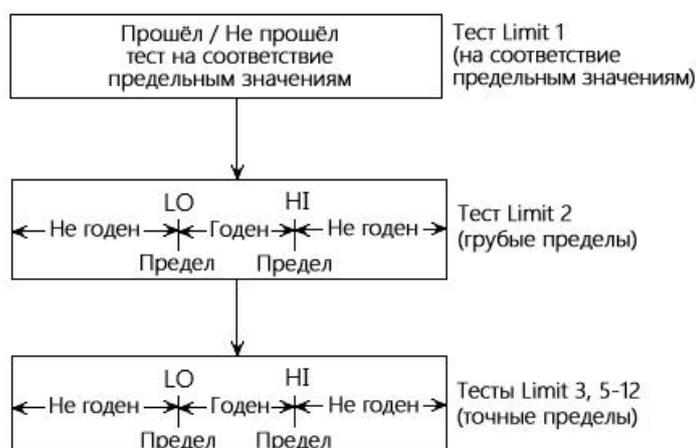


Классификация испытаний по пределам

При тестировании по пределам используются три типа пределов: тестирование на соответствие предельным значениям (Cmpl), грубые пределы (предел 2) и точные пределы (пределы 3, 5-12).

При включенном выходе нажатие на клавишу F3 (Limit) запускает функцию тестирования по пределам при условии, что опция «Limit» включена, и на дисплее отображается индикатор **LIMIT**.

Процедура тестирования выполняется следующим образом:



Типы пределов

Тестируемые устройства могут быть подвергнуты в общей сложности 11 видам испытаний по пределам. Любой вид тестирования по пределам может выполняться только в том случае, если он активирован (Enabled). 11 видов испытаний могут выполняться одновременно.

Тестирование на соответствие предельным значениям (Limit 1, Compliance): это аппаратный тест, который осуществляет проверку соответствия результатов измерений и использует заданные предельные значения в качестве пределов тестирования. Если результат измерений совпадает с запрограммированным предельным значением, то это указывает на то, что прибор находится в состоянии соответствия. Если результат измерений ниже запрограммированного предельного значения, то считается, что прибор не соответствует установленным пределам.

Тестирование по пределам 2, 3 и 5-12 (Limit 2, Limit 3, Limit 5-12): это программные тесты, которые используются для определения, находится ли ИУ в заданных границах верхнего и нижнего пределов.

Тест Limit 2 используется для тестирования на соответствие грубым границам допуска.

Тесты Limit 3 и Limit 5-12 используются для тестирования на соответствие точным границам допуска.

Режимы тестирования по пределам

Существует два режима комплексного допускового контроля: сортировка (SORTING) и отбраковка (GRADING).

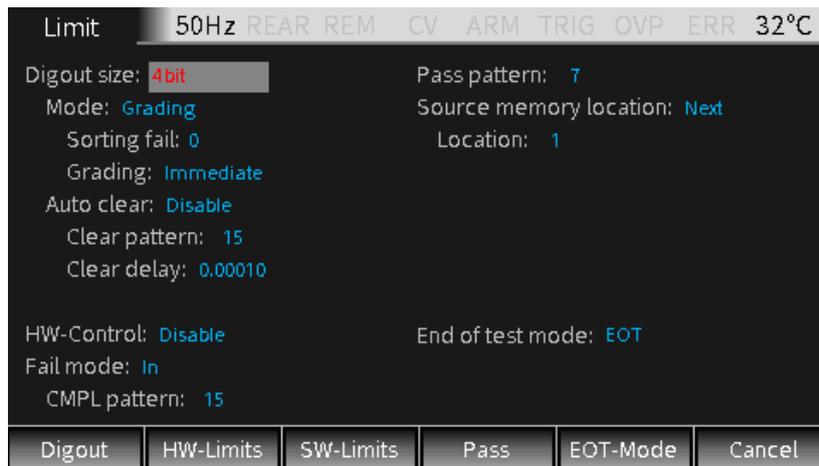
- Режим отбраковки: выполняется максимум 11 тестов до тех пор, пока не произойдет отказ (FAIL).
- Режим сортировки: выполняется максимум 11 тестов до тех пор, пока не реализуется условие годности (PASS).

Для тестирования на соответствие (Limit 1) операция одинакова для обоих режимов испытаний. Если тест Limit 1 заканчивается отказом, на дисплее появляется сообщение «FAIL», а процесс испытания завершается. При выполнении условия годности (PASS) процесс тестирования продолжается и переходит к следующему включенному тесту.

Описание параметров и функций

Настройка интерфейса

Нажать и удерживать клавишу F3 (Limit) для входа в режим настройки интерфейса.



Для настройки интерфейса есть 5 подменю:

- F1 (Digout);
- F2 (HW-Limits);
- F3 (SW-Limits);
- F4 (Pass);
- F5 (EOT-Mode).

Цифровой вывод (Digout)

Размер (Size)

Используется для настройки количества разрядов (бит) цифрового ввода/вывода. Возможна выдача битовых комбинаций длиной 3, 4 или 16 бит. В 3-разрядном режиме четвертая линия отводится под сигналы EOT, /EOT, BUSY или /BUSY режима окончания теста «End of test». В 4-разрядном режиме, когда для опции «End of test» выбран пункт «EOT», четвертая линия цифрового ввода/вывода контролируется вручную.

- При длине последовательности 3 бита значение комбинации может быть равно от 0 до 7.
- При длине последовательности 4 бита значение комбинации может быть равно от 0 до 15.
- При длине последовательности 16 бит значение комбинации может быть равно от 0 до 65535.

Настройка: установить курсор на настраиваемый параметр (при этом он отображается красными буквами на сером фоне) и нажать клавишу «Enter». Затем, при появлении в редактируемом поле стрелок вверх и вниз, с помощью клавиш управления курсором (Δ и ∇) выбрать нужную опцию (3bit, 4bit или 16bit) и нажать клавишу «Enter» для подтверждения выбора.

Режим (Mode)

Возможен выбор режима сортировки (SORTING) и отбраковки (GRADING).

Режим отбраковки (GRADING)

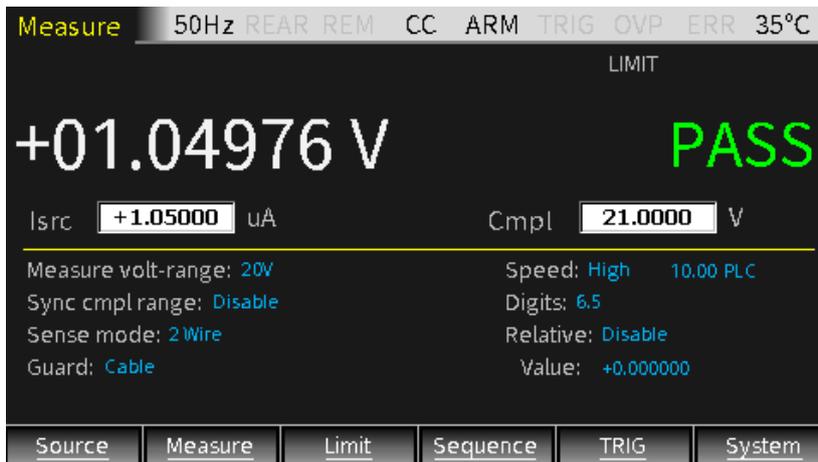
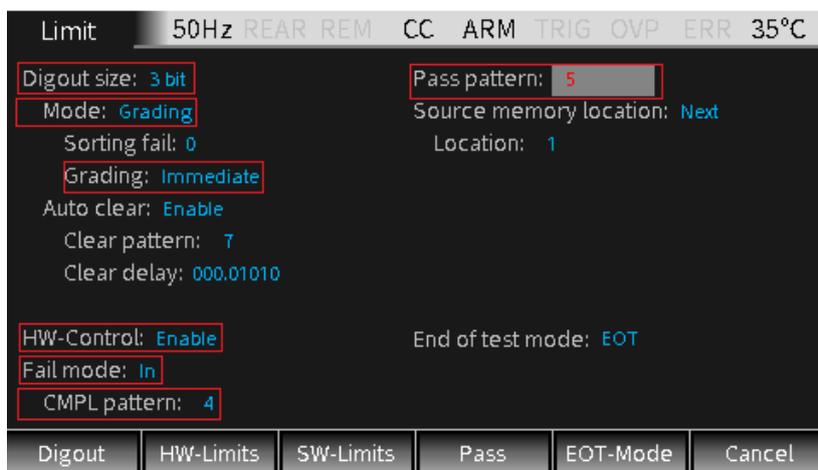
Если результат измерений прошёл тест на соответствие и находится в границах верхнего и нижнего (HI/LO) пределов допуска, на дисплее появится сообщение «PASS».

В режиме «Grading» нельзя выбрать опцию «Sorting fail».

При выборе в режиме «Grading» опции «Immediate» процесс измерений заканчивается сразу после появления первого отказа. Если результат измерений меньше, чем нижний предел любого из тестов Limit 2, 3, 5-12, порт I/O выведет соответствующее значение «Lo_fail». Если результат измерений больше, чем верхний предел любого из тестов Limit 2, 3, 5-12, порт I/O выведет соответствующее значение «Hi_fail». Если все условия «HW_Limits» и «SW_Limits» выполнены успешно, на дисплее будет выведено значение последовательности «Pass pattern», а процесс измерений завершится.

Пример.

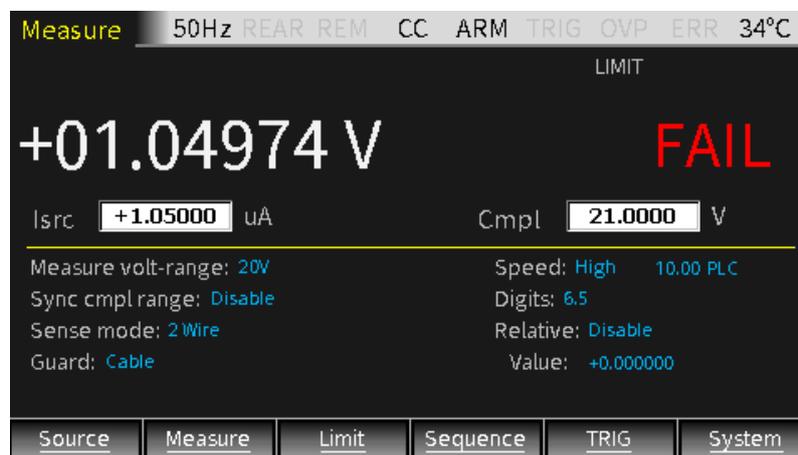
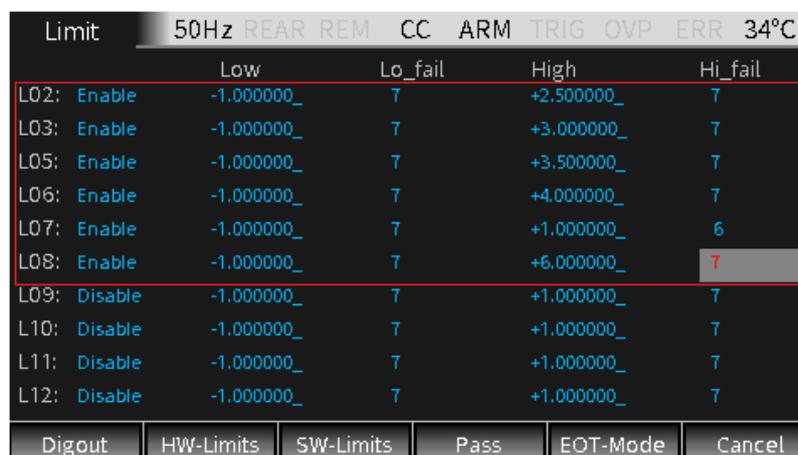
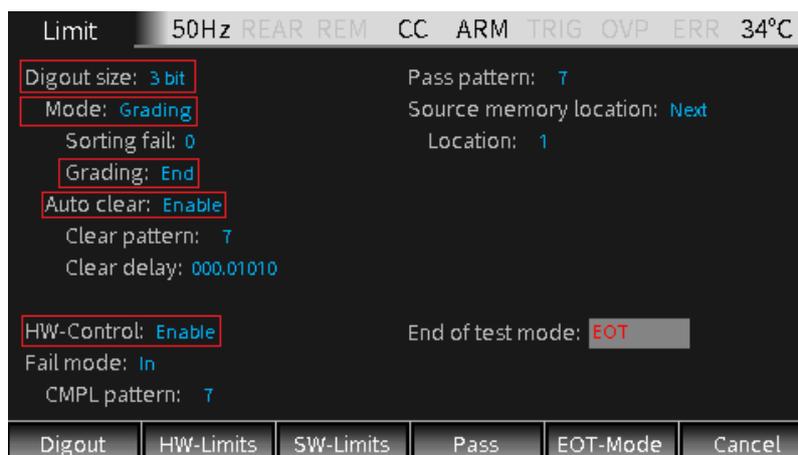
Если прибор подключен к резистору 20 Ом для выполнения допускового контроля, настроить прибор для работы в качестве источника тока. Установить предел измерения напряжения 20 В, выходной ток на 105 мА, пороговое значение Cmpl на 21 В. На главном интерфейсе нажать и удерживать клавишу F3 для входа в интерфейс настройки тестирования по пределам. Настроить нужные опции в меню «Digout», «HW-Limits», «SW-Limits» и «Pass pattern». По завершении настройки нажать клавишу F6 (Cancel) для возврата в интерфейс тестирования по пределам, а затем последовательно нажать клавиши «Output» и F3 (Limit). Так как результат измерений соответствует условиям «HW_Limits» и «SW_Limits», на дисплее появится результат допускового контроля (сообщение «PASS»), а порт I/O выведет значение 5 (линии 3-1 цифровой шины соответствуют двоичному значению 101).



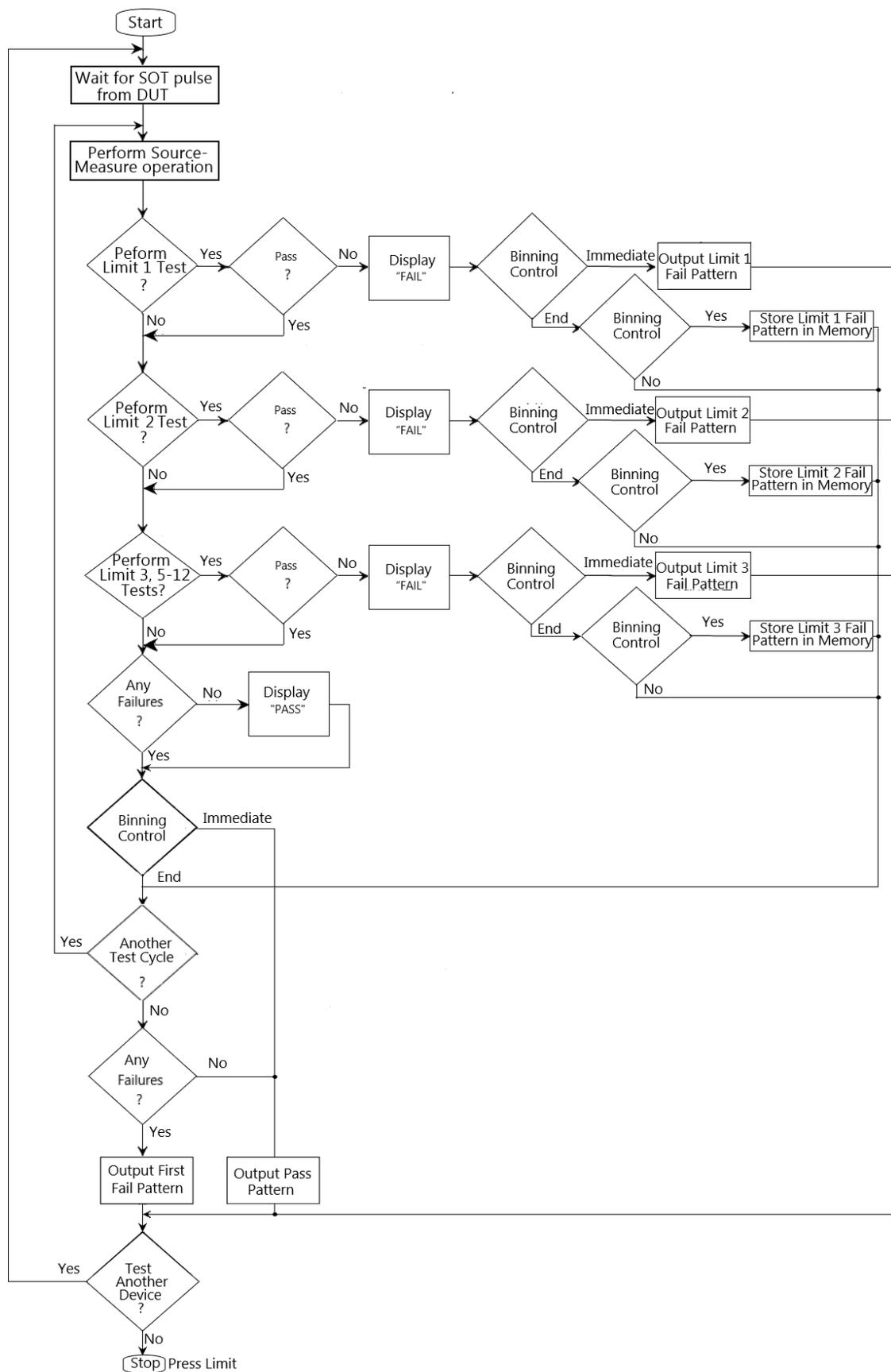
При выборе в режиме «Grading» опции «End», вне зависимости от появления отказа, процесс измерений продолжится до завершения всех активированных тестов. После завершения процесса измерений на дисплей будет выведено значение битовой последовательности, полученное после первого отказа. Если все активированные тесты были пройдены успешно, выведено значение последовательности «Pass pattern».

Пример.

Если прибор подключен к резистору 20 Ом для выполнения допускового контроля, настроить прибор для работы в качестве источника тока. Установить предел измерения напряжения 20 В, выходной ток на 105 мА, пороговое значение Cmpl на 21 В. На главном интерфейсе нажать и удерживать клавишу F3 для входа в интерфейс настройки тестирования по пределам. Настроить нужные опции в меню «Digout», «HW-Limits», «SW-Limits» и «Pass pattern». По завершении настройки нажать клавишу F6 (Cancel) для возврата в интерфейс тестирования по пределам, а затем последовательно нажать клавиши «Output» и F3 (Limit). Так как в режиме «Grading» выбрана опция «End», а результат измерений выходит за верхнюю границу теста Limit 7 в группе «SW_Limits», на дисплее появится результат допускового контроля (сообщение «FAIL»), а порт I/O выведет значение «Hi_fail» теста Limit 7, равное 6 (линии 3-1 цифровой шины соответствуют двоичному значению 110).



Ниже на рис. показана функциональная блок-схема процесса тестирования в режиме отбраковки «Grading».



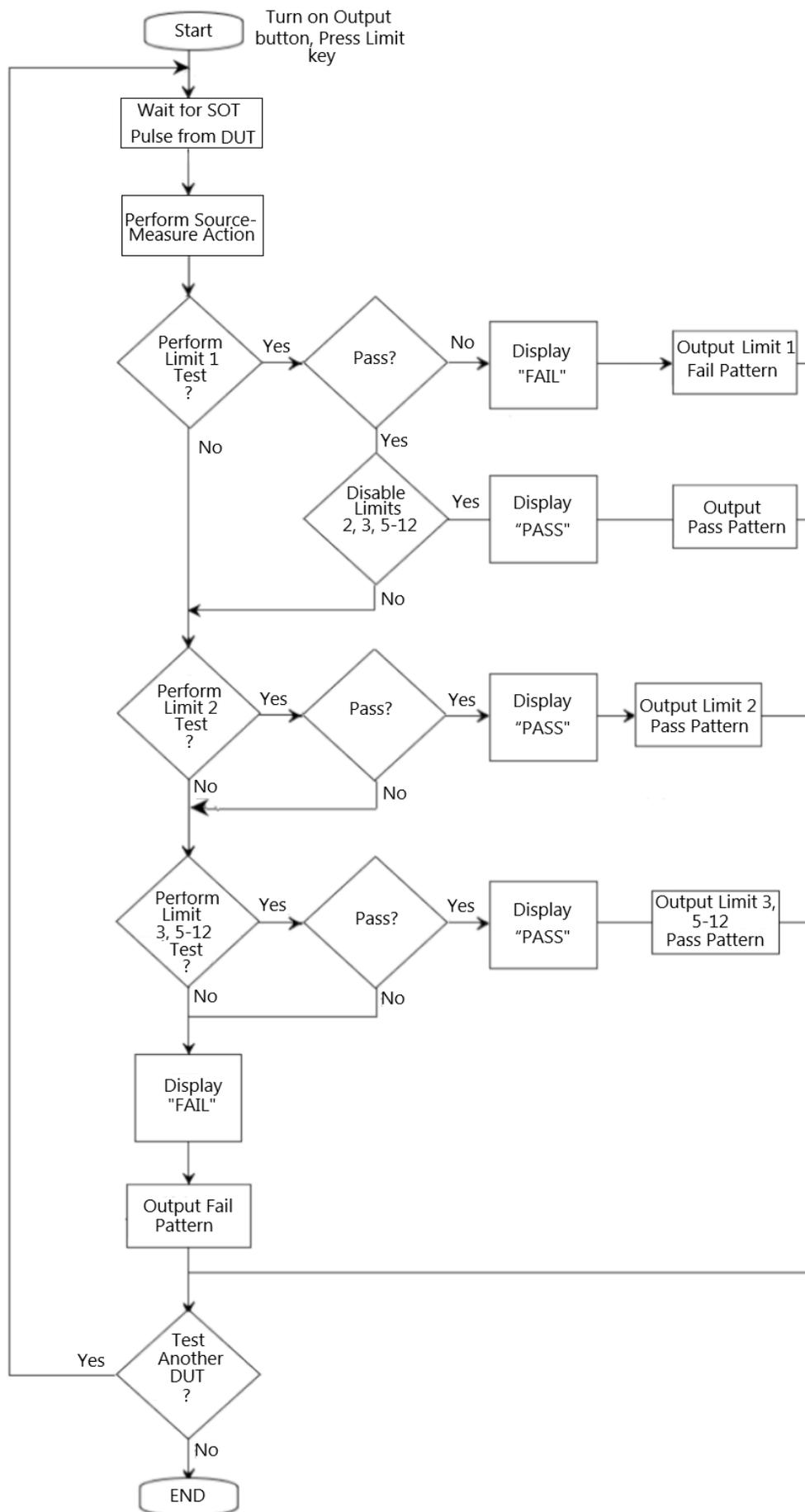
Функциональная блок-схема процесса тестирования в режиме отбраковки.

Режим сортировки (SORTING)

Если результат измерений HE прошёл тест на соответствие (Compliance Test) и HE находится в пределах допуска любого из тестов группы «SW-Limits», на дисплее появится сообщение «FAIL». Если результат измерений прошёл тест на соответствие, а активирован только тест «Limit 1», на дисплей будет выведено соответствующее значение последовательности «Pass pattern». Если кроме теста «Limit 1» активированы также тесты группы «SW-Limits», в случае успешного прохождения испытаний порт I/O выведет значение последовательности «Pass» для первого из этих тестов.

Если тест «Limit 1» не пройден, будет выведено значение последовательности «CMPL». Если результатом всех тестов группы «SW-Limits» является отказ, будет выведено значение последовательности «Sorting fail». Если выбран режим «SORTING» можно выбрать опцию «Sorting fail».

Ниже показана функциональная блок-схема процесса тестирования в режиме сортировки (SORTING).



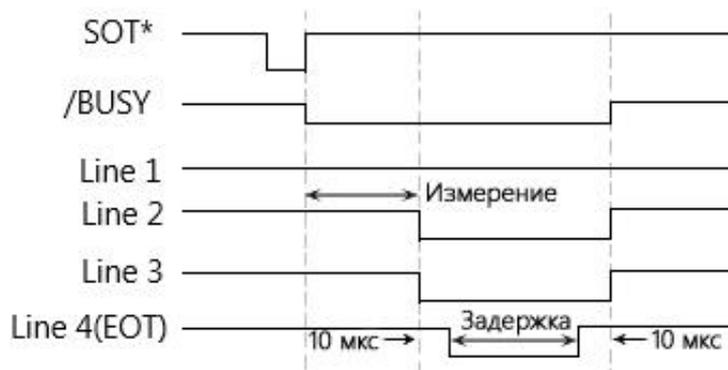
Функциональная блок-схема процесса тестирования в режиме сортировки.

Start — Старт
 Turn Output ON and press LIMIT key — Включить выход и нажать клавишу «LIMIT»
 Wait for SOT pulse from DUT — Ожидание импульса SOT от ТУ (импульс начала тестирования)
 Perform Source-Measure Action — Выполнить операцию воспроизведения-измерения
 Perform Limit 1 Test? — Выполнить тест Limit 1?
 Pass — Годен?
 Display «FAIL» — Сообщение «FAIL» на дисплее
 Binning control — Управление сортировкой по корзинам
 Immediate — Немедленно
 Output Limit 1 Fail Pattern — Вывод комбинации отказа по тесту Limit 1
 Store Limit 1 Fail Pattern in Memory — Сохранить в памяти комбинацию отказа по тесту Limit 1
 Disable Limits 2,3,5-12 — Тесты Limit 2,3,5-12 активированы?
 Display «PASS» — Сообщение «PASS» на дисплее
 Output Pass Pattern — Вывод комбинации годности
 Perform Limit 2 Test? — Выполнить тест Limit 2?
 Output Limit 2 Fail Pattern — Вывод комбинации отказа по тесту Limit 2
 Store Limit 2 Fail Pattern in Memory — Сохранить в памяти комбинацию отказа по тесту Limit 2
 Output Limit 2 Pass Pattern — Вывод комбинации «Годен» по тесту Limit 2
 Perform Limit 3,5-12 Test? — Выполнить тесты Limit 3,5-12?
 Output Limit 3,5-12 Fail Pattern — Вывод комбинации отказа по тестам Limit 3,5-12
 Store Limit 3,5-12 Fail Pattern in Memory — Сохранить в памяти комбинацию отказа по тестам Limit 3,5-12
 Output Limit 2 Pass Pattern — Вывод комбинации «Годен» по тестам Limit 3,5-12
 Any Failures? — Какие-либо отказы?
 Display «PASS» — Сообщение «PASS» на дисплее
 Another Test Cycle? — Другой цикл испытаний?
 Output First Fail Pattern — Вывод комбинации первого отказа
 Output Pass Pattern — Вывод комбинации годности
 Output Fail Pattern — Вывод комбинации отказа
 Test Another Device? — Провести испытание другого устройства?
 Stop — Стоп
 Press LIMIT — Нажать клавишу «LIMIT»

Настройка: установить курсор на настраиваемый параметр (при этом он отображается красными буквами на сером фоне) и нажать клавишу «Enter». Затем, при появлении в редактируемом поле стрелок вверх и вниз, с помощью клавиш управления курсором (Δ и ∇) выбрать нужную опцию («Immediate» или «End») и нажать клавишу «Enter» для подтверждения выбора.

Автоматический сброс результатов (Auto clear)

Используется для выбора функции автоматического сброса данных на цифровом выходе (опции «Enable» или «Disable»). Если выбрана опция «Enable», можно настроить длительность импульса в последовательности «Pass/Fail» (задержка от 0 до 60 секунд) и последовательности «Clear» на цифровом выходе (0-7 для 3 разрядов, 0-15 для 4 разрядов). При включении прибора функция автоматического сброса «Auto clear» по умолчанию включена. Последовательность «Auto clear» показана на приведённом ниже рисунке.



ПРИМЕЧАНИЕ: Если источником активизации в качестве события уровня активизации выбрана команда ↓STEST, регистрация события произойдёт, когда линия SOT выдаст нижний (отрицательный) импульс. Если источником активизации в качестве события уровня активизации выбрана команда ↑STEST, регистрация события произойдёт, когда линия SOT выдаст верхний (положительный) импульс. Если источником активизации в качестве события уровня активизации выбрана команда ↑↓STEST, регистрация события произойдёт, когда линия SOT выдаст либо верхний, либо нижний импульс.

HW-Limits

Нажать клавишу F2 (HW-Limits) для настройки режима отказа в тесте Limit 1.

Управление (H/W-Control)

Используется для включения или выключения теста на соответствие (Compliance Test) Limit 1.

Настройка: установить курсор на настраиваемый параметр (при этом он отображается красными буквами на сером фоне) и нажать клавишу «Enter». Затем, при появлении в редактируемом поле стрелок вверх и вниз, с помощью клавиш управления курсором (Δ и ∇) выбрать нужную опцию («Enable» или «Disable») и нажать клавишу «Enter» для подтверждения выбора.

Режим отказа (Fail mode)

Используется для выбора режима отказа в тесте Limit 1.

При выборе опции «In», если результат измерений находится внутри заданных верхнего и нижнего пределов, считается, что тест «HW-Limits» пройден успешно («Pass»), а если результат измерений вышел за эти пределы, считается, что тест «HW-Limits» завершился отказом («Fail»).

При выборе опции «Out», если результат измерений находится внутри заданных верхнего и нижнего пределов, считается, что тест «HW-Limits» завершился отказом («Fail»), а если результат измерений вышел за эти пределы, считается, что тест «HW-Limits» пройден успешно («Pass»).

Настройка: установить курсор на настраиваемый параметр (при этом он отображается красными буквами на сером фоне) и нажать клавишу «Enter». Затем, при появлении в редактируемом поле стрелок вверх и вниз, с помощью клавиш управления курсором (Δ и ∇) выбрать нужную опцию («In» или «Out») и нажать клавишу «Enter» для подтверждения выбора.

Последовательность CMPL (CMPL pattern)

Используется для настройки последовательности «Fail» в тесте Limit 1.

При выборе опции «Digout size» «3 bits» значение последовательности может составлять от 0 до 7.

При выборе опции «Digout size» «4 bits» значение последовательности может составлять от 0 до 15.

Настройка: установить курсор на настраиваемый параметр (при этом он отображается красными буквами на сером фоне) и нажать клавишу «Enter». Затем, с помощью клавиш управления курсором (Δ и ∇) и цифровой клавиатуры ввести нужное значение.

SW-Limits

Нажать клавишу F3 (SW-Limits) для контроля включения функций LIM2, LIM3, LIM5-LIM12, настройки верхнего и нижнего пределов и ввода значения последовательности «Fail».

На приведённом ниже рис. показана настройка тестов SW-Limits при работе в режиме «Grading».

Limit	50Hz	REAR	REM	CC	ARM	TRIG	OVP	ERR	33°C
	Low		Lo_fail			High		Hi_fail	
L02:	Enable	-2.000000_		10		+2.000000_		11	
L03:	Enable	-3.000000_		12		+3.000000_		13	
L05:	Enable	-4.000000_		14		+4.000000_		15	
L06:	Disable	-1.000000_		15		+1.000000_		15	
L07:	Disable	-1.000000_		15		+1.000000_		15	
L08:	Disable	-1.000000_		15		+1.000000_		15	
L09:	Disable	-1.000000_		15		+1.000000_		15	
L10:	Disable	-1.000000_		15		+1.000000_		15	
L11:	Disable	-1.000000_		15		+1.000000_		15	
L12:	Disable	-1.000000_		15		+1.000000_		15	

Buttons: Digout | HW-Limits | SW-Limits | Pass | EOT-Mode | Cancel

Включение / Выключение (Disable / Enable)

Используется для включения (опция «Enable») функций LIM2, LIM3, LIM5-LIM12.

Настройка: установить курсор на нужную опцию («Disable» или «Enable») (при этом она отображается красными буквами на сером фоне) и нажать клавишу «Enter». Затем, при появлении в редактируемом поле стрелок вверх и вниз, с помощью клавиш управления курсором (Δ и ∇) выбрать нужную опцию («Enable» или «Disable») и нажать клавишу «Enter» для подтверждения выбора.

Нижний предел (Low)

Используется для настройки нижней границы пределов функций LIM2, LIM3, LIM5-LIM12.

Настройка: установить курсор на значение соответствующего пункта (при этом оно отображается красными буквами на сером фоне) и нажать клавишу «Enter». С помощью клавиш управления курсором (Δ и ∇) выбрать нужную степень увеличения, а затем, с помощью клавиш управления курсором (< и >) и цифровой клавиатуры ввести нужное значение.

Нижнее значение последовательности (Lo_fail)

Используется для настройки нижнего значения последовательности «Low fail» функций LIM2, LIM3, LIM5-LIM12. При выборе опции «Digout size» «3 bits» значение последовательности может составлять от 0 до 7, а при выборе опции «Digout size» «4 bits» значение последовательности может составлять от 0 до 15.

Настройка: установить курсор на значение соответствующего пункта (при этом оно отображается красными буквами на сером фоне) и нажать клавишу «Enter». С помощью клавиш управления курсором и цифровой клавиатуры ввести нужное значение.

Верхний предел (High)

Используется для настройки верхней границы пределов функций LIM2, LIM3, LIM5-LIM12.

Настройка: установить курсор на значение соответствующего пункта (при этом оно отображается красными буквами на сером фоне) и нажать клавишу «Enter». С помощью клавиш управления курсором (Δ и ∇) выбрать нужную степень увеличения, а затем, с помощью клавиш управления курсором (< и >) и цифровой клавиатуры ввести нужное значение.

Верхнее значение последовательности (Hi_fail)

Используется для настройки верхнего значения последовательности «High fail» функций LIM2, LIM3, LIM5-LIM12. При выборе опции «Digout size» «3 bits» значение последовательности может составлять от 0 до 7, а при выборе опции «Digout size» «4 bits» значение последовательности может составлять от 0 до 15.

Настройка: установить курсор на значение соответствующего пункта (при этом оно отображается красными буквами на сером фоне) и нажать клавишу «Enter». С помощью клавиш управления курсором (Δ, ∇, < и >) и цифровой клавиатуры ввести нужное значение.

На приведённом ниже рис. показана настройка тестов SW-Limits при работе в режиме «Sorting» (значения параметров, кроме «Pass», те же, что и в функции «Grading»).

Limit	50Hz	REAR	REM	CV	ARM	TRIG	OVP	ERR	0°C
	Low					High		Pass	
L02:	Enable	-1.000000_				+1.000000_		15	
L03:	Disable	-1.000000_				+1.000000_		15	
L05:	Disable	-1.000000_				+1.000000_		15	
L06:	Disable	-1.000000_				+1.000000_		15	
L07:	Disable	-1.000000_				+1.000000_		15	
L08:	Disable	-1.000000_				+1.000000_		15	
L09:	Disable	-1.000000_				+1.000000_		15	
L10:	Disable	-1.000000_				+1.000000_		15	
L11:	Disable	-1.000000_				+1.000000_		15	
L12:	Disable	-1.000000_				+1.000000_		15	

Buttons: Digout | HW-Limits | SW-Limits | Pass | EOT-Mode | Cancel

Годен (Pass)

Используется для настройки надлежащего значения последовательности «Pass» функций LIM2, LIM3, LIM5-LIM12.

Настройка: установить курсор на значение соответствующего пункта (при этом оно отображается красными буквами на сером фоне) и нажать клавишу «Enter». С помощью клавиш управления курсором (Δ, ∇, < и >) и цифровой клавиатуры ввести нужное значение.

Режим «PASS»

Нажать клавишу F4 (Pass) для выполнения связанных действий в зависимости от условий PASS.

Последовательность «Pass» (Pass pattern)

Используется для установки битового значения цифрового выхода. При выборе пункта «3 bits» опции «Digout size» значение последовательности может составлять от 0 до 7, а при выборе пункта «4 bits» опции «Digout size» значение последовательности может составлять от 0 до 15. В режиме «Grading» значение последовательности «Pass» выводится в случае, если все тесты допускового контроля пройдены успешно. В режиме «Sorting» выводится значение последовательности «Pass» теста Limit 1 (Compliance Test), если тесты группы «SW-Limits» не активированы.

Настройка: установить курсор на значение соответствующего пункта (при этом оно отображается красными буквами на сером фоне) и нажать клавишу «Enter». С помощью клавиш управления курсором (Δ, ∇, < и >) и цифровой клавиатуры ввести нужное значение.

Ячейка памяти источника (Source memory location)

Используется в последовательности «SRC-MEM» для выбора следующей ячейки памяти в последовательности, если испытания в данной точке пройдены успешно («PASS»). При выборе опции «Next» выбирается следующая ячейка памяти в списке последовательности. При выборе опции «Location» можно перейти на любую другую ячейку в списке последовательности, задав её адрес (от 1 до 100).

Настройка: установить курсор на настраиваемый параметр (при этом он отображается красными буквами на сером фоне) и нажать клавишу «Enter». Затем, при появлении в редактируемом поле стрелок вверх и вниз, с помощью клавиш управления курсором (Δ и ∇) выбрать нужную опцию («Next» или «Location») и нажать клавишу «Enter» для подтверждения выбора.

Адрес (Location)

Используется для определения адреса перехода в списке последовательности в диапазоне от 1 до 100. Этот параметр требуется устанавливать, только если для параметра «Source memory location» выбрана опция «Location».

Настройка: установить курсор на значение соответствующего пункта (при этом оно отображается красными буквами на сером фоне) и нажать клавишу «Enter». С помощью клавиш управления курсором (Δ, ∇, < и >) и цифровой клавиатуры ввести нужное значение.

Режим окончания тестирования (EOT-Mode)

Режим окончания тестирования

Используется для управления работой 4-й линии цифрового ввода/вывода с помощью сигналов EOT или BUSY. Сигнал EOT используется для передачи на внешний обработчик уведомления прочесть значение последовательности с порта цифрового ввода/вывода. Происходит передача импульса длительностью примерно 10 мкс после вывода значения последовательности с порта цифрового ввода/вывода, причём импульс достигает 10 мкс до сброса значения последовательности. Сигнал BUSY показывает время работы прибора от получения сигнала SOT до завершения всех измерений, тестирования по пределам и вывода значений последовательностей на порт ввода/вывода.

Если выбрана опция «EOT», то при выборе пункта «3 bits» опции «Digout size» линия 4 цифрового ввода/вывода по окончании тестирования автоматически выводит импульс «HI». При выборе пункта «4 bits» опции «Digout size» автоматическое управление сигналом окончания тестирования (EOT) не работает. Требуется активировать опцию «Auto clear».

Если выбрана опция «/EOT», то при выборе пункта «3 bits» опции «Digout size» линия 4 цифрового ввода/вывода по окончании тестирования автоматически выводит импульс «LO».



ПРИМЕЧАНИЕ: Если в режиме окончания тестирования выбраны опции «EOT» или «/EOT», должна быть активирована опция «Auto clear».

При выборе опции «Busy» режим работы прибора подобен режиму «Digout size» с опцией «3 bits». В процессе тестирования по пределам устанавливает 4-ю линию ввода/вывода в состояние «HI». Требуется установить в качестве события активизации фронт/срез/любой перепад (Rising edge/Falling edge/Edge).

При выборе опции «/Busy» режим работы прибора подобен режиму «Digout size» с опцией «3 bits». В процессе тестирования по пределам устанавливает 4-ю линию ввода/вывода в состояние «LO». Требуется установить в качестве события активизации фронт/срез/любой перепад (Rising edge/Falling edge/Edge).



ПРИМЕЧАНИЕ: Если в режиме окончания тестирования выбраны опции «Busy» или «/Busy», источник активизации должен быть установлен на «SOT» (фронт/срез/любой перепад).

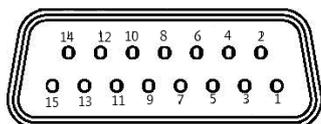
Настройка: установить курсор на настраиваемый параметр (при этом он отображается красными буквами на сером фоне) и нажать клавишу «Enter». Затем, при появлении в редактируемом поле стрелок вверх и вниз, с помощью клавиш управления курсором (Δ и ▽) выбрать нужную опцию «EOT», «/EOT», «Busy» или «/Busy») и нажать клавишу «Enter» для подтверждения выбора.

Внешний порт ввода/вывода (External I/O)

Описание

Прибор GSM7-20H10 может быть подключен к внешнему устройству через внешний порт цифрового ввода/вывода. Порт цифрового ввода/вывода включает 4 выходных линии. Выходной уровень порта цифрового ввода/вывода может контролироваться через пункт меню System→Control→Digout. Например, если настроить величину «Digout» на 15, то все 4 линии ввода/вывода будут установлены в состояние «High».

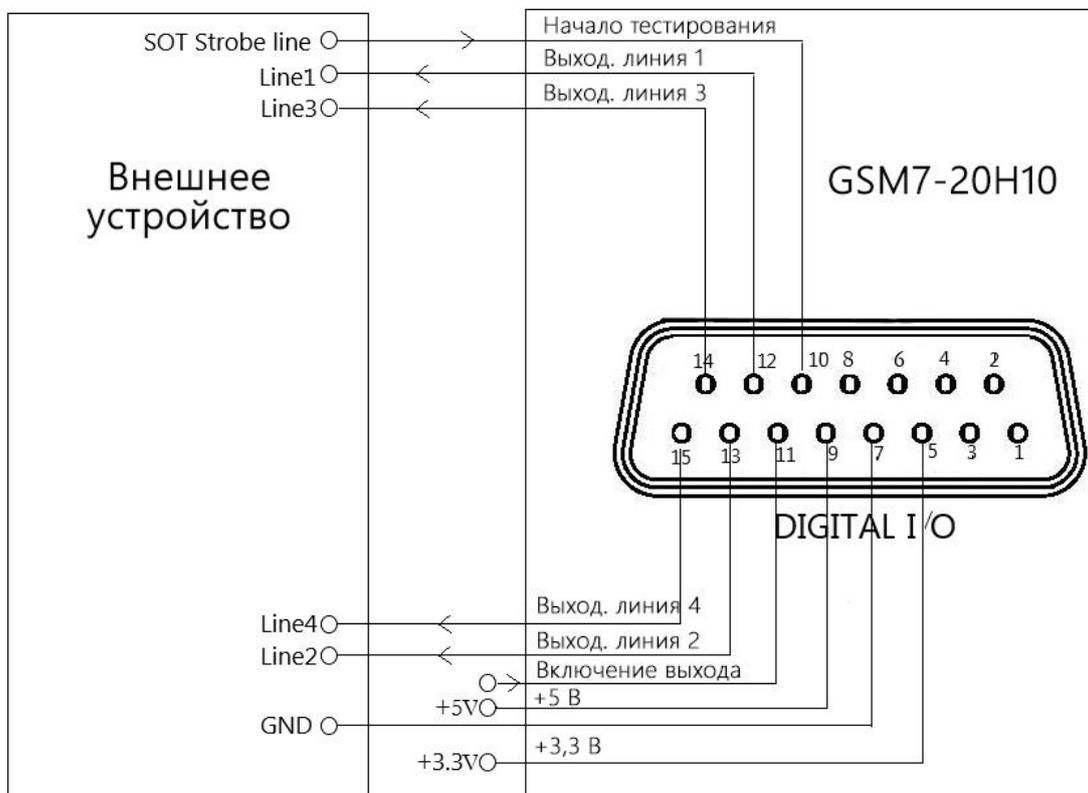
Назначение контактов



DIGITAL I/O

- линия 5: +3,3 В;
- линия 7: земля;
- линии 6,8: резерв;
- линия 9: выход +5 В, используется для запуска внешней логической цепи; максимальный выходной ток на этом выводе составляет 300 мА;
- линия 10: сигнал начала тестирования линия (Start-of-test, SOT), это входной сигнал;
- линия 11: сигнал включения выхода (Output enable, OE), это входной сигнал; используется вместе со схемой включения выхода на ТУ или тестовой оснастке;
- линии 12-15: 4 контакта для выходных сигналов порта цифрового ввода/вывода.

Схема подключения

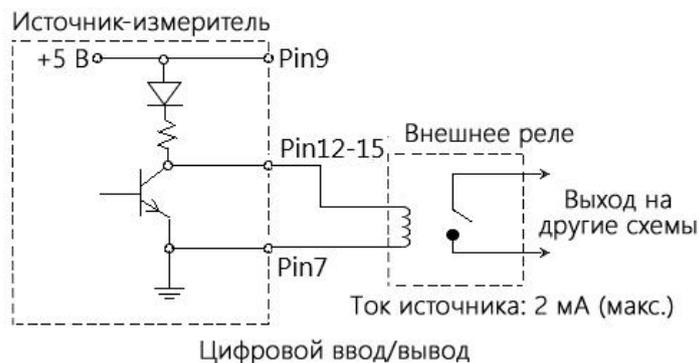


Показанная на рис. схема измерений используется для передачи значений последовательностей при выполнении тестирования по пределам.

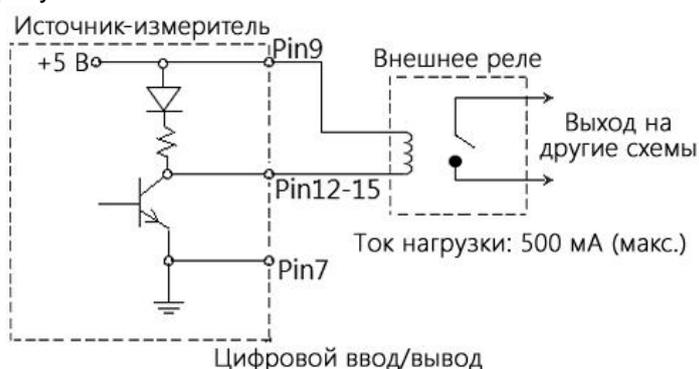
Подключение нагрузки

Каждый выход с открытым коллектором может быть установлен на высокий (+5 В) или низкий (0 В) уровень и может выступать в качестве источника тока 2 мА или потребителя тока 500 мА.

Функционирование в качестве источника. Подключить внешнее реле между одной из линий цифрового выхода и контактом «Земля». Линия цифрового выхода должна быть установлена на высокий уровень, чтобы обеспечить запуск реле. Максимальный ток источника составляет 2 мА. Схема подключения показана на рисунке.



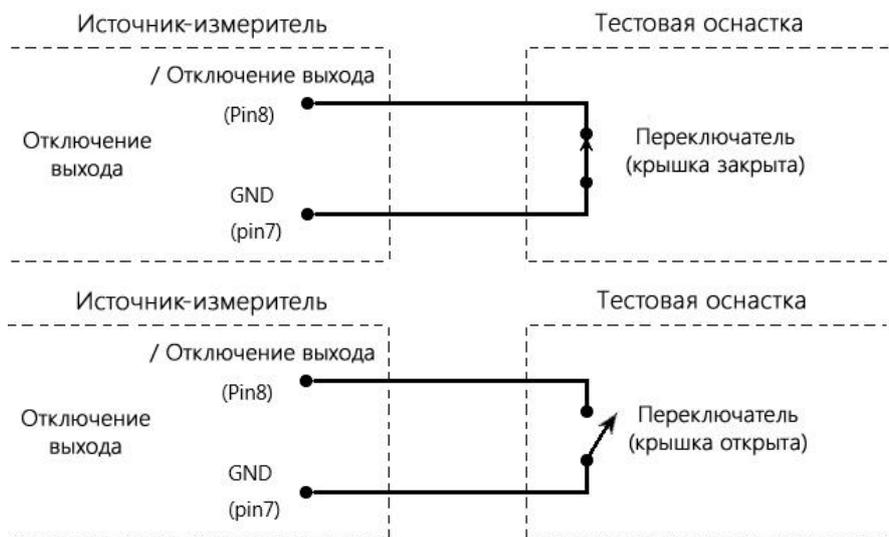
Функционирование в качестве нагрузки. Подключить внешнее реле между одной из линий цифрового выхода и контактом «+5 В» источника питания. Линия цифрового выхода должна быть установлена на низкий уровень, чтобы обеспечить запуск реле. Максимальный ток источника составляет 500 мА. Схема подключения показана на рисунке.



Линия блокировки выхода

Порт цифрового ввода/вывода обеспечивает возможность создания линии блокировки выхода, которая должна использоваться совместно с выключателем выхода тестовой оснастки. При правильном использовании выход прибора будет отключаться при открытии крышки тестовой оснастки.

Если функции отключения выхода активирована, а переключатель на землю замкнут, линия блокировки находится в низкоимпедансном состоянии, и выход прибора включен (см. приведённый ниже рисунок). Если крышка тестовой оснастки открыта, переключатель на землю размыкается, и линия блокировки переходит в высокоимпедансное состояние, отключая выход прибора. Для повторного включения выхода прибора нужно сначала закрыть крышку тестовой оснастки, а затем нажать клавишу «Output».



ПРИМЕЧАНИЕ: Линия блокировки выхода управляется через цифровой ввод/вывод. Нужно настроить время установления и время отклика равное 100 мкс. Линии цифрового ввода/вывода чувствительны к фронту сигнала, имеют открытый коллектор, а сигналы должны иметь защиту от дребезга во избежание перебоев в работе.

Процесс тестирования по пределам

Обычно включает следующие шаги:

- Подготовить к работе измерительную систему. Подключить к прибору ИУ, а также подключить компоненты к внешнему порту ввода/вывода в соответствии с требованиями тестирования.
- Настроить соответствующие параметры функций воспроизведения-измерения.
- Выбрать и настроить необходимые параметры тестирования по пределам.
- Выбрать нужный вид измерений (V/I/Ω/M, соответственно клавишам 7/V, 3/I, 1/Ω, 0/M).
- Нажать клавишу «Output» для включения выхода; прибор подаст на выход установленное напряжение.
- Нажать клавишу F3 (Limit) для запуска процесса тестирования по пределам. Если линия «/SOT» порта цифрового ввода/вывода подключена к компоненту, процесс тестирования не начнется до тех пор, пока компонент не отправит импульс в линию «/SOT». Если линия «/SOT» не подключена, процесс тестирования начнется сразу после нажатия на клавишу F3 (Limit).



ПРИМЕЧАНИЕ: После начала процесса тестирования измерительные функции V/I/Ω/M также могут переключаться.



ПРИМЕЧАНИЕ: Сообщения «PASS» и «FAIL» указывают на результат каждого теста. При этом имеется два исключения.

- Если для режима «OFF» выбраны опции «Normal», «High impedance» или «Guard» и включены измерения пределов, а для режима «Auto off» выбрана опция «Enable», на дисплее появятся сообщения «POFF» или «FOFF». Если при выключенном выходе для режима «OFF» выбрана опция «Zero» и включены измерения пределов, а для режима «Auto off» выбрана любая из опций «Enable» или «Disable», на дисплее появятся сообщения «PZER» или «FZER».
- Если запрограммированное значение выходного напряжения источника, превысит установленное значение OVP, индикатор «OVP» в строке состояния становится красным. Если в это время выполняется тестирование по пределам, на дисплее появятся сообщения «POVP» или «FOVP».

Описание индикаторов состояний

REAR	Индикатор отображается при включении выходов на задней панели. Если этот индикатор не отображается, включены выходы на передней панели.
REM	Отображается при включении дистанционного управления.
CV	Если прибор настроен на работу в режиме источника тока и в случае, если выходное напряжение ограничено величиной предельного значения $Stprl$ или верхней границей диапазона измерения напряжения, прибор работает в режиме стабилизации напряжения CV. Если прибор настроен на работу в режиме источника напряжения и в случае, если выходной ток НЕ ограничен величиной предельного значения $Stprl$ или верхней границей диапазона измерения тока, прибор работает в режиме стабилизации напряжения CV.
CC	Если прибор настроен на работу в режиме источника напряжения и в случае, если выходной ток ограничен величиной предельного значения $Stprl$ или верхней границей диапазона измерения тока, прибор работает в режиме стабилизации тока CC. Если прибор настроен на работу в режиме источника тока и в случае, если выходное напряжение НЕ ограничено величиной предельного значения $Stprl$ или верхней границей диапазона измерения напряжения, прибор работает в режиме стабилизации тока CC.
ARM	Выполняются операции воспроизведения/измерения.
TRIG	Выбран внешний источник запуска (линия запуска Tlink, фронт/срез импульса, любой перепад).
OVP	Если включена функция OVP, этот индикатор отображается черным цветом. Если величина напряжения на выходе превысит установленное значение, индикатор становится красным.
ERR	Индикатор отображается при ошибке считывания или при нарушении процедуры калибровки.
PASS	Тестирование по пределам пройдено успешно («PASS»)
FAIL	Тестирование по пределам завершилось отказом («FAIL»)

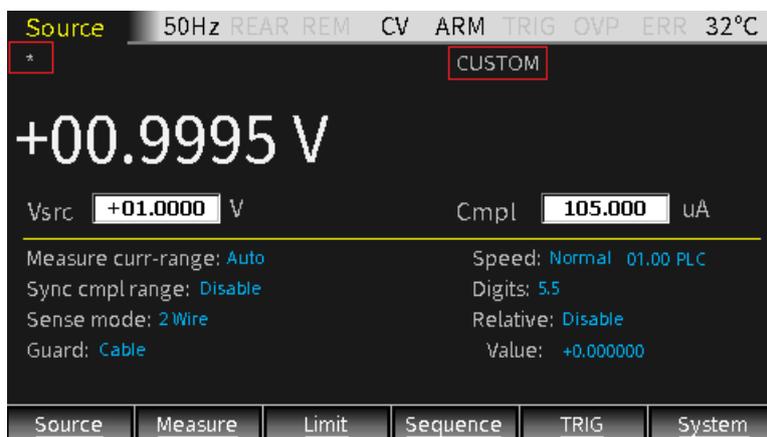
9.5. Воспроизведения выходных последовательностей (Sequence)

Интерфейс функции

Описание

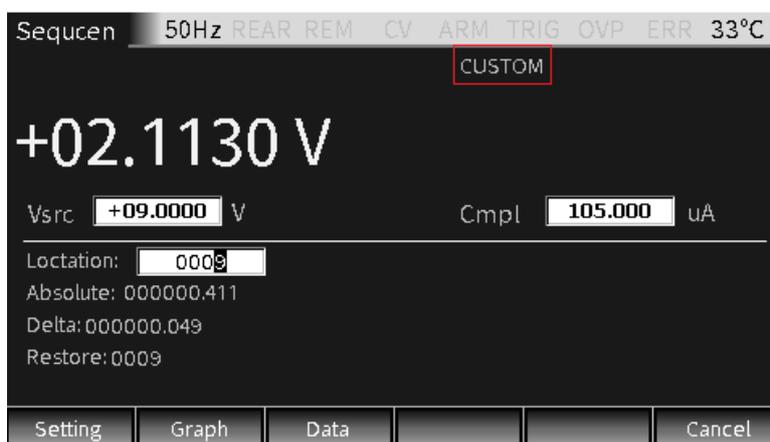
Функция воспроизведения выходных последовательностей (профилей) используется в тех случаях, когда для решения каких-либо практических задач требуется подать на выход различные сигналы напряжения и тока. Пользователи могут запрограммировать выходной сигнал в соответствии со своими потребностями. Амплитуда выходного сигнала — это величина сигнала напряжения и тока на выходе прибора.

Для входа в интерфейс функции нужно при включенном выходе нажать клавишу F4 (Sequence). При выполнении последовательности в верхнем левом углу дисплея появляется символ «*», а в верхнем левом углу — тип выполняемой в настоящий момент последовательности.



ПРИМЕЧАНИЕ: Если для опции «Counts» выбрано значение «Infinite», это означает, что время выполнения последовательности бесконечно. В этом случае символ «*» отображаться не будет.

При выключенном выходе нажать клавишу F4 (Sequence) для входа в интерфейс просмотра точек последовательности после её выполнения. Результат измерения любой точки в последовательности может быть отображён путём изменения номера ячейки памяти («Location»). Если для опции «Counts» выбрано значение «Infinite», значения воспроизведения-измерения не могут быть отображены в этом интерфейсе.



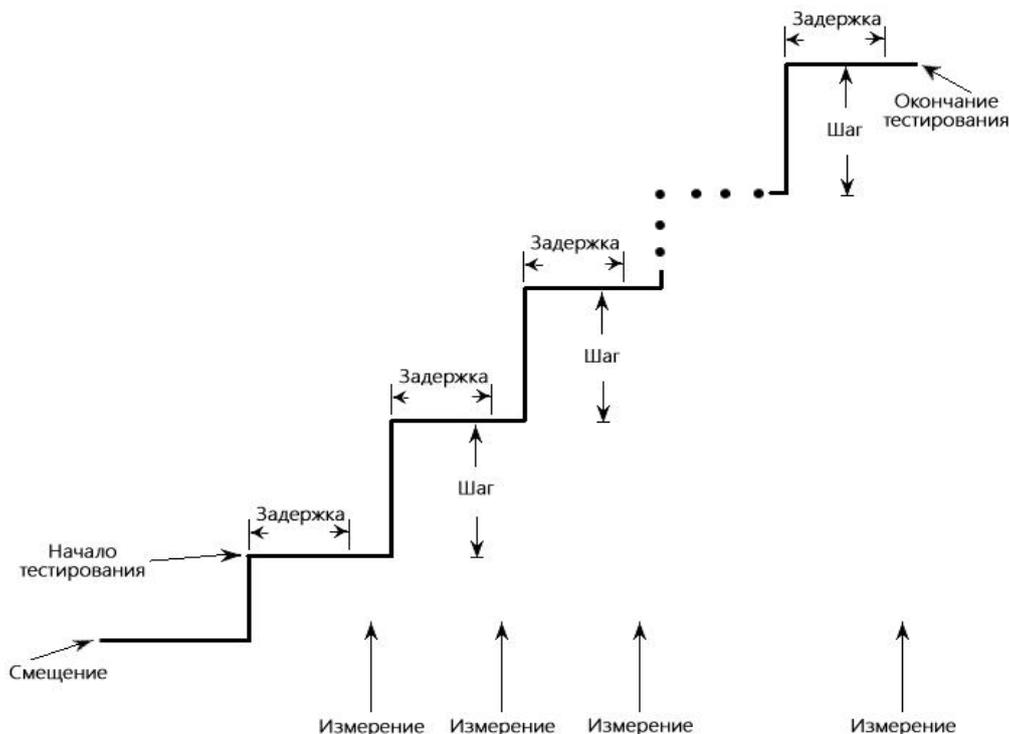
Опции

Прибор обеспечивает возможность формирования последовательностей четырёх типов:

- линейная ступенчатая последовательность;
- логарифмическая ступенчатая последовательность;
- последовательность, задаваемая пользователем;
- последовательность на основе памяти источника (SRC-MEM).

Линейная ступенчатая последовательность

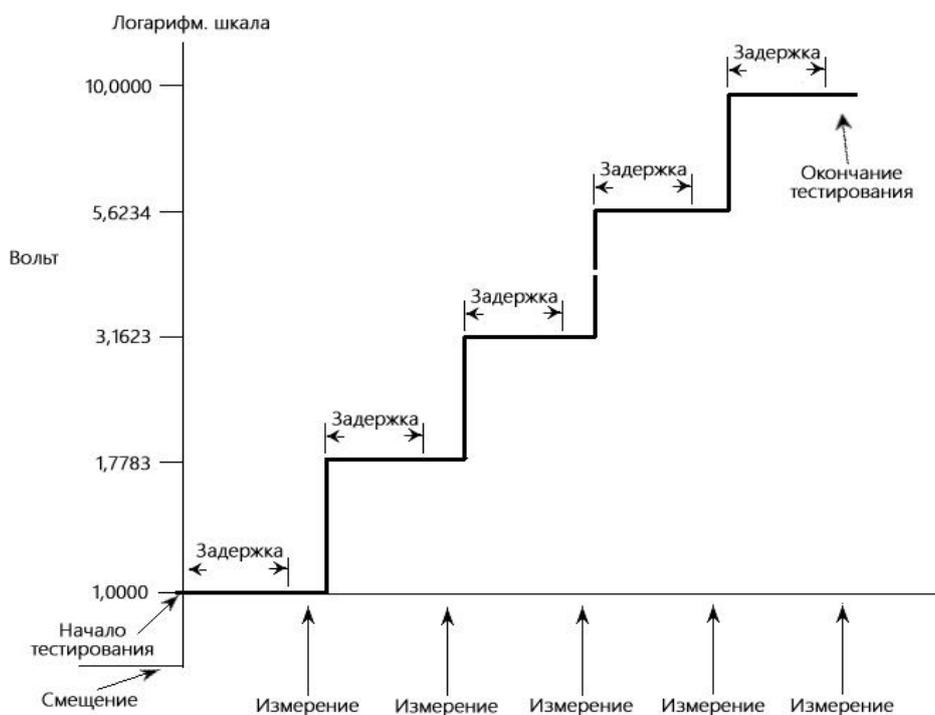
Для формирования последовательности требуется задать следующие параметры: начальное значение (Start), конечное значение (Stop), шаг (Step), время задержки (Delay), которое определяется величиной задержки источника, задержки запуска и скорости измерений, которые могут быть настроены отдельно (см. рис. ниже).



При запуске этой последовательности выходной сигнал будет переходить с уровня смещения на начальную точку, а затем равномерными ступенями он будет меняться до достижения конечной точки. Если задержка запуска равна нулю, продолжительность сигнала на каждой ступени определяется временем задержки источника и временем, необходимым для выполнения измерения (настройка NPLC).

Логарифмическая ступенчатая последовательность

Для формирования последовательности требуется задать следующие параметры: начальное значение (Start), конечное значение (Stop), количество точек, время задержки (Delay), которое определяется величиной задержки источника, задержки запуска и скорости измерений, которые могут быть настроены отдельно (см. рис. ниже).



При запуске этой последовательности выходной сигнал будет переходить с уровня смещения на начальную точку, а затем равномерными (по логарифмической шкале) ступенями он будет меняться до достижения конечной точки. Если задержка запуска равна нулю, продолжительность сигнала на каждой ступени определяется временем задержки источника и временем, необходимым для выполнения измерения (настройка NPLC).



ПРИМЕЧАНИЕ: Значение логарифмической последовательности не может быть равно нулю.

Последовательность, задаваемая пользователем

Для формирования такой последовательности требуется задать следующие параметры: количество точек и уровень сигнала в каждой точке.

При запуске этой последовательности выходной сигнал будет переходить с уровня смещения на начальную точку, а затем он будет последовательно переходить с одной точки на другую до достижения конечной точки. Если задержка запуска равна нулю, продолжительность сигнала на каждой ступени определяется временем задержки источника и временем, необходимым для выполнения измерения (настройка NPLC). Время задержки одинаково для всех точек последовательности.

Последовательность на основе памяти источника (SRC-MEM)

При формировании такого типа последовательностей в памяти может быть сохранено до 100 настроек.

При запуске этой последовательности настройки, сохранённые в каждой ячейке памяти, могут быть вызваны, что позволяет использовать в последовательности различные функции и математические выражения. Например, первая точка в последовательности памяти источника может работать как источник напряжения и выполнять измерение силы тока, следующая точка может работать как источник тока и измерять выполнять измерение напряжения, третья точка может работать как источник напряжения и выполнять измерение напряжения, а последняя точка может использовать математическое выражение.

Последовательности такого типа обеспечивают возможность создания специализированных настроек для каждой точки последовательности.

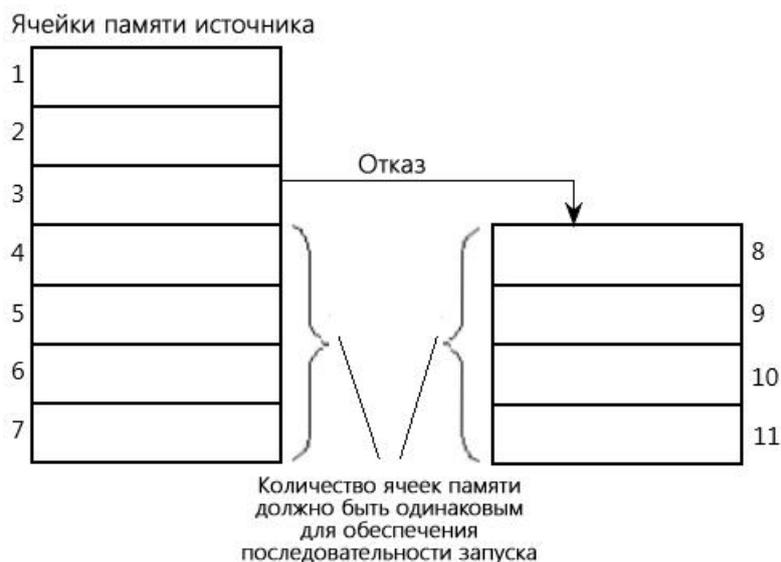
После того, как параметры каждой точки последовательности будут запрограммированы и сохранены, эти настройки могут быть быстро вызваны в процессе выполнения последовательности.

Разветвление последовательности

Если последовательность «SRC-MEM» выполняется одновременно с испытанием по пределам, порядок выполнения точек последовательности может быть изменён. Это может использоваться для создания различных наборов тестов на основе исходного испытания.

Последовательность «SRC-MEM» может осуществлять переход на определённую ячейку памяти или переходить к следующей в списке ячейке памяти. Если ячейка памяти задана, то при условии «PASS» допускового контроля последовательность перейдёт на эту заданную позицию, а при условии «FAIL» — на следующую в списке позицию. При выборе значения «NEXT» для опции «Source memory location» последовательность перейдёт на следующую ячейку по списку памяти вне зависимости от результата допускового контроля («PASS» или «FAIL»).

На рис. приведён пример разветвления последовательности, состоящей из семи точек. Показано, как запрограммировано ответвление на точку 8 при выполнении условия «PASS» в точке 3.



При программировании разветвления следует быть внимательным, чтобы случайно не создать бесконечный цикл обращения к памяти. Неважно, сколько выполнено переходов по ответвлениям, количество точек последовательности «SRC-MEM» является значением настройки для счётчика запуска (TRIG).

Разветвление последовательности «SRC-MEM» может быть установлено в опциях «Source memory location» и «Location» режима «PASS» тестирования по пределам.



ПРИМЕЧАНИЕ: Если результатом допускового контроля является отказ (FAIL), для настройки разветвления может использоваться только команда `CALCulate2:CLIMits:FAIL:SMLocation <NRf> | NEXT`.

Описание параметров и функций

Описание

Есть два способа входа в интерфейс функции «Sequence»:

- нажать и удерживать клавишу F4 (Sequence);
- при выключенном выходе нажать клавишу F4 для входа в интерфейс просмотра данных последовательности, а затем нажать клавишу F1 (Setting).



Выбор типа последовательности

Нажать клавишу F1-F4 для выбора нужной последовательности (цвет соответствующего названия изменится с белого на жёлтый).

Параметры линейной/логарифмической ступенчатой последовательности

Start (Начало)

Настройка начальной точки линейной/логарифмической ступенчатой последовательности; значения V_{src} или I_{src} зависят от типа выбранного на главном интерфейсе источника.

Настройка: с помощью клавиш управления курсором установить курсор на опцию «Start» (при этом цифры в поле отображаются красным цветом на сером фоне) и нажать клавишу «Enter» для входа в режим редактирования. Затем, с помощью клавиш управления курсором (Δ и ∇) выбрать диапазон, с помощью цифровой клавиатуры ввести в соответствующую позицию нужное значение и нажать клавишу «Enter» для подтверждения выбора.

Stop (Конец)

Настройка конечной точки линейной/логарифмической ступенчатой последовательности; значения V_{src} или I_{src} зависят от типа выбранного на главном интерфейсе источника.

Настройка: с помощью клавиш управления курсором установить курсор на опцию «Stop» (при этом цифры в поле отображаются красным цветом на сером фоне) и нажать клавишу «Enter» для входа в режим редактирования. Затем, с помощью клавиш управления курсором (Δ и ∇) выбрать диапазон, с помощью цифровой клавиатуры ввести в соответствующую позицию нужное значение и нажать клавишу «Enter» для подтверждения выбора.

Step (Stair) (Шаг)

Настройка величины шага (ступени) ступенчатой последовательности; значения V_{src} или I_{src} зависят от типа выбранного на главном интерфейсе источника.

Настройка: с помощью клавиш управления курсором установить курсор на опцию «Step» (при этом цифры в поле отображаются красным цветом на сером фоне) и нажать клавишу «Enter» для входа в режим редактирования. Затем, с помощью клавиш управления курсором (Δ и ∇) выбрать диапазон, с помощью цифровой клавиатуры ввести в соответствующую позицию нужное значение и нажать клавишу «Enter» для подтверждения выбора.

Point (Log) (Точка)

Настройка количества точек логарифмической ступенчатой последовательности.

Настройка: с помощью клавиш управления курсором установить курсор на опцию «Points» (при этом цифры в поле отображаются красным цветом на сером фоне) и нажать клавишу «Enter» для входа в режим редактирования. Затем, с помощью цифровой клавиатуры ввести в соответствующую позицию нужное значение и нажать клавишу «Enter» для подтверждения выбора.

Параметры последовательности SRC-MEM

Start location (Начальная ячейка памяти)

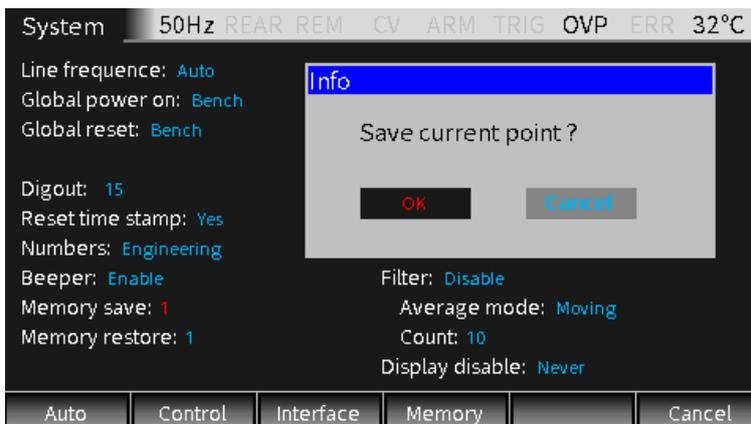
Начальной может быть любая ячейка памяти — от 1 до 100.

Порядок сохранения данных в памяти:

– нажать клавишу F6 (System) на главном интерфейсе, затем клавишу F2 (Control) для входа в интерфейс:

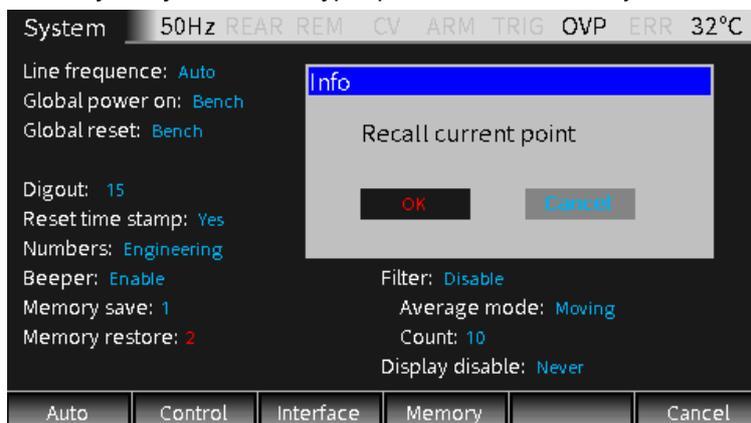


– установить курсор на опцию «Memory save» и нажать клавишу «Enter», ввести число в диапазоне от 1 до 100 и нажать клавишу «Enter»; появится следующее диалоговое окно:



– установить курсор на кнопку «OK» и нажать клавишу «Enter» для сохранения текущих настроек в ячейку памяти с номером, указанным в поле «Memory save»;

– если необходимо просмотреть параметры настройки точки последовательности, которые сохранены в определённой ячейке памяти, нужно установить курсор на опцию «Memory restore»:



– нажать клавишу «Enter», ввести число в диапазоне от 1 до 100 и нажать клавишу «Enter»; появится диалоговое окно, установить курсор на кнопку «OK» и нажать клавишу «Enter» для вызова настроек из ячейки памяти с номером, указанным в поле «Memory restore».

Points (Точки)

Точки последовательности SRC-MEM, значение: от 100 до начальной ячейки памяти.

Настройка: с помощью клавиш со стрелками установить курсор на опцию «Points» (при этом цифры в поле отображаются красным цветом на сером фоне) и нажать клавишу «Enter» для входа в режим редактирования. Затем, с помощью цифровой клавиатуры ввести в соответствующую позицию нужное значение и нажать клавишу «Enter» для подтверждения выбора.

Последовательность, задаваемая пользователем

Программируемые параметры включают в себя количество точек измерений в последовательности и уровень сигнала источника в каждой точке.

Number of points (Количество точек)

Используется для установки количества точек измерений в последовательности.

Настройка: нажать клавишу F3 (Custom), курсор переместится на опцию «Number of points», нажать клавишу «Enter» для входа в режим редактирования. С помощью цифровой клавиатуры ввести нужное значение (от 0 до 2499) и нажать клавишу «Enter» для подтверждения выбора.

V/I Edit (Настройка величины напряжения и тока)

Есть два способа: «Block Edit» (настройка группы точек на одинаковый уровень сигнала источника) и «Single Edit» (настройка параметров одной точки).

Для настройки параметров группы точек нажать клавишу F2 (Block), курсор переместится на опцию «Start point» для настройки первой точки группы, затем в поле опции «Stop point» нужно настроить последнюю точку группы, а в поле опции «Value» ввести нужное значение уровня сигнала источника. Уровень сигнала источника для всех точек группы одинаков.

Для настройки параметров одной точки нажать клавишу F3 (Single).

Временные параметры определяются величиной задержки источника, задержки запуска и скорости измерений, которые могут быть настроены отдельно.

Как показано на приведённом ниже рис., количество точек равно 10. Нажать клавишу F2 (Block) для настройки номера первой точки (Start point) на 0, последней (Stop point) — на 8, значение уровня сигнала источника (Value) — на 10 В. Таким образом настроено значение уровня сигнала источника для группы точек 0-8. Для настройки уровня сигнала источника для десятой точки последовательности на 8 В нажать клавишу F3 (Single).

Points	V/I Value
0000	+10.0000V
0001	+10.0000V
0002	+10.0000V
0003	+10.0000V
0004	+10.0000V
0005	+10.0000V
0006	+10.0000V
0007	+10.0000V
0008	+10.0000V
0009	+8.0000V

Другие параметры

Counts (Счётчики)

Используется для настройки параметра, определяющего, сколько раз должна выполняться последовательность. При этом могут быть выбраны опции «Finite» (конечная величина) или «Infinite» (бесконечная величина).

Finite

Указывает, что последовательность может выполняться ограниченное количество раз. При выборе этой опции её значение может быть установлено в поле «Value». Максимальное количество раз определяется по формуле:

$$\text{Максимальное количество раз (Finite)} = 2500 / \text{Количество точек в последовательности}$$

Результаты выполнения последовательности сохраняются в буфере данных.

Infinite

Указывает, что последовательность может выполняться неограниченное количество раз, при этом результаты выполнения последовательности не сохраняются в буфере данных. Значение в поле «Value» не влияет на выполнение последовательности.

Настройка: нажать клавишу F5 (Setting), курсор переместится на опцию «Counts», нажать клавишу «Enter», с помощью клавиш управления курсором выбрать пункт «Finite» или «Infinite» и нажать клавишу «Enter» для подтверждения выбора. Если выбран пункт «Finite», переместить курсор на поле «Value», ввести нужное значение и нажать клавишу «Enter» для подтверждения выбора.

SRC-range (Диапазон источника)

Используется для контроля диапазона источника. Для этой опции могут быть выбраны значения: «Bestfixed», «Fixed» или «Auto-range».

Bestfixed

Означает, что прибор автоматически выберет диапазон, который наилучшим образом подходит для воспроизведения всех точек последовательности.

Fixed

Означает, что прибор сохранит диапазон источника, который был установлен при запуске последовательности. Если при выполнении последовательности уровень сигнала каких-либо точек превысит установленный диапазон, источник будет выдавать максимальный уровень сигнала для этого установленного диапазона.

Auto-range

Означает, что для воспроизведения каждой точки последовательности прибор автоматически выберет наиболее подходящий диапазон источника.

Настройка: нажать клавишу F5 (Setting), установить курсор на опцию «SRC-range», нажать клавишу «Enter», с помощью клавиш управления курсором выбрать нужный пункт и нажать клавишу «Enter» для подтверждения выбора.



ПРИМЕЧАНИЕ: Частые изменения диапазона в режиме «Auto-range» могут вызывать переходные процессы. Если эти переходные процессы неприемлемы, рекомендуется использовать режим «Bestfixed».

CMPL-abort (Прерывание выполнения последовательности)

Используется для настройки режима прерывания процесса выполнения последовательности в случае, когда результат измерений ограничен установленным предельным значением (Compliance). Имеется три опции:

- 1) Never — прерывание запрещено;
- 2) Early — если результат измерений ограничен установленным предельным значением, прерывание происходит в начале цикла «Источник–Задержка–Измерение» (ИЗИ);
- 3) Late — если результат измерений ограничен установленным предельным значением, прерывание происходит в конце цикла «Источник–Задержка–Измерение» (ИЗИ).

Настройка: нажать клавишу F5 (Setting), установить курсор на опцию «CMPL-abort», нажать клавишу «Enter», с помощью клавиш управления курсором выбрать нужный пункт и нажать клавишу «Enter» для подтверждения выбора.

Store time stamp (Сохранение метки времени)

Первый результат измерения, сохраненный в буфере (#0000), имеет метку времени 0000000.000 секунд. В буфере данных прибора может быть сохранено 2500 результатов измерений. Каждому результату измерений присваивается адрес ячейки памяти и метка времени.

Опция «Store time stamp» может означать следующее:

- при выполнении любого из четырёх типов последовательностей (линейная, логарифмическая, задаваемая пользователем, SRC-MEM) значение опции «Store time stamp» является фактическим номером точек последовательности;
- если необходимо выполнять последовательность с источником тока, при включенном выходе нажать и удерживать клавишу F4 (Sequence) для входа в интерфейс настройки последовательностей, ввести нужное значение в поле «Store time stamp» и нажать клавишу «Enter» для подтверждения выбора; сразу же будет запущена последовательность, при этом количество точек последовательности является значением настройки опции «Store time stamp».

Time stamp type (Тип метки времени)

Используется для настройки режима формирования меток времени. Имеется две опции: «Absolute» и «Delta».

- **Absolute**: метки времени всех точек последовательности привязаны к начальной точке отсчета 0 секунд.
- **Delta**: метки времени указывают время для каждой точки последовательности относительно предыдущей.

Настройка: нажать клавишу F5 (Setting), установить курсор на опцию «Time stamp type», нажать клавишу «Enter», с помощью клавиш управления курсором выбрать нужный пункт и нажать клавишу «Enter» для подтверждения выбора.

Формирование сигналов и экспорт файлов

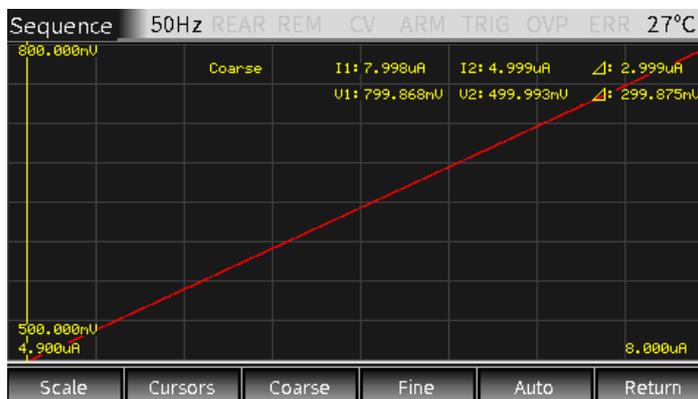
Описание

После завершения выполнения последовательности нужно отключить выход, нажать клавишу F4 (Sequence) для входа в обзорный интерфейс, который позволяет просматривать результаты выполнения последовательности во времени. Для этого имеется три способа.

1. Изменяя адрес ячейки памяти, можно просматривать измерительной информации последовательно в каждой точке: результаты измерения напряжения и силы тока, интервалы времени «Absolute» и «Delta», сохранённые в буфере данных адреса и т.д.



2. Нажать клавишу F2 (Graph) для просмотра результатов измерений в графическом виде.



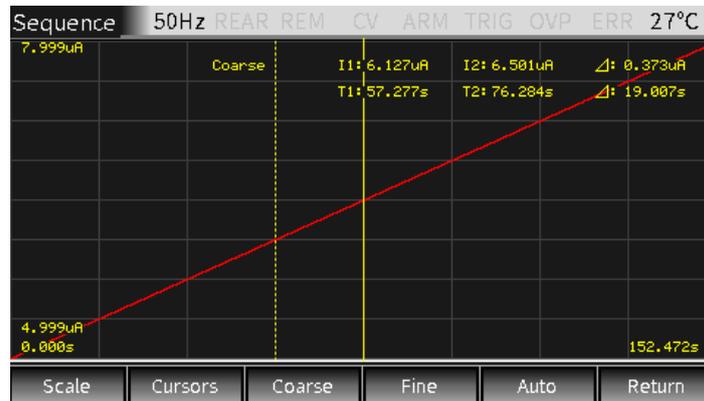
Описание параметров:

- **Scale**: Настройка в диалоговом окне горизонтальных и вертикальных координат и масштаба:



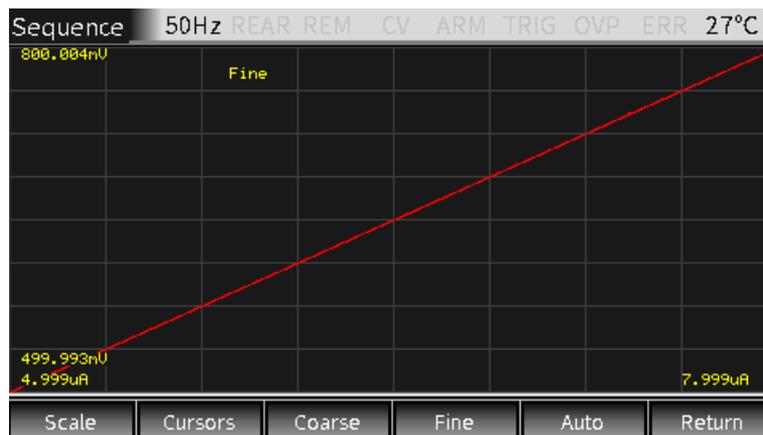
Имеется 4 вида графиков: зависимость силы тока от напряжения I/V, напряжения от силы тока V/I, напряжения от времени V/t, силы тока от времени I/t. Значения Xmax, Xmin, Ymax, Ymin являются максимальными и минимальными координатами по осям X и Y (Замечание: рекомендуется настраивать координаты для отображения графиков во весь экран).

- Cursors: Нажать для выбора курсора 1 или 2 и отображения соответствующих параметров.



Клавиша курсоров работает в режиме замкнутого цикла: «отобразить курсор 1 и параметры» → «отобразить курсор 2» → «скрыть курсоры и параметры»... (Замечание: выбранный курсор отображается пунктирной линией).

- Coarse: Приблизительно настроить положение выбранного курсора. После выбора оно отобразится в области параметров. При этом скорость перемещения метки на экране (управление осуществляется клавишами со стрелками < и >) в 5 раз выше, чем в режиме «Fine».
- Fine: Точная настройка положения выбранного курсора. После выбора оно отобразится в области параметров.
- Auto: Автоматическое создание графика для результатов воспроизведения-измерения (точек последовательности). По умолчанию формируется график зависимости силы тока от напряжения I-V.



3. Если в интерфейсе просмотра результатов измерений нажать клавишу F3 (Data), можно просматривать выходные данные и экспортировать их в виде файла в формате .CSV.

Point	Vol (V)	Cur (A)	Time (S)
8	+5.0094e-01	+5.0088e-06	0.486
9	+5.0108e-01	+5.0100e-06	0.546
10	+5.0118e-01	+5.0111e-06	0.607
11	+5.0132e-01	+5.0125e-06	0.669
12	+5.0142e-01	+5.0135e-06	0.730
13	+5.0155e-01	+5.0147e-06	0.790
14	+5.0166e-01	+5.0157e-06	0.850
15	+5.0179e-01	+5.0172e-06	0.910
16	+5.0189e-01	+5.0181e-06	0.972

Sequence 50Hz REAR REM CV ARM TRIG OVP ERR 27°C

Last page | Next page | Export | Return

Описание параметров:

- Last page, Next page: позволяет перемещаться между страницами для просмотра данных;
- Export: позволяет экспортировать выходные данные в виде файла в формате .CSV.

Процедура вывода последовательности

Описание

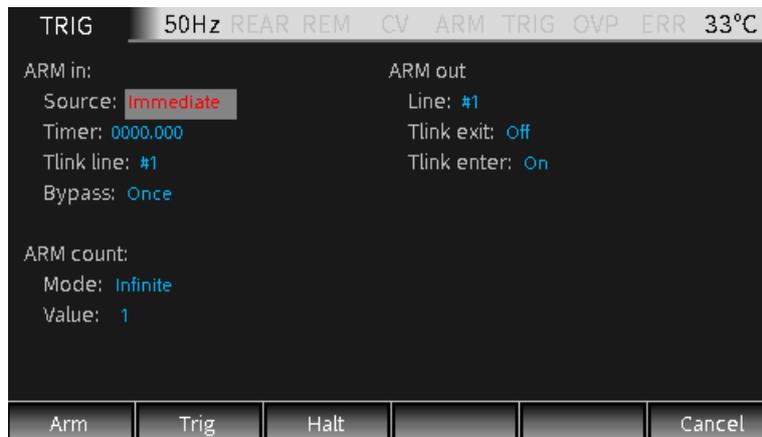
- подключить внешнее устройство (к передней или задней панели) в соответствии с требованиями тестирования;
- при подключении к выходам на задней панели последовательно нажать System→Control→Rear;
- настроить выходные параметры источника (напряжение Vsrc, сила тока Isrc и предельные значения Cmpl) на передней панели;
- настроить другие параметры в области настройки параметров (интерфейс Sequence);
- выбрать нужный вид сигнала;
- нажать клавишу включения выхода «Output» и клавишу F4 (Sequence) для начала выполнения последовательности; после завершения выполнения отключить выход, нажав клавишу «Output».

9.6. Режим запуска (TRIG)

Интерфейс программирования

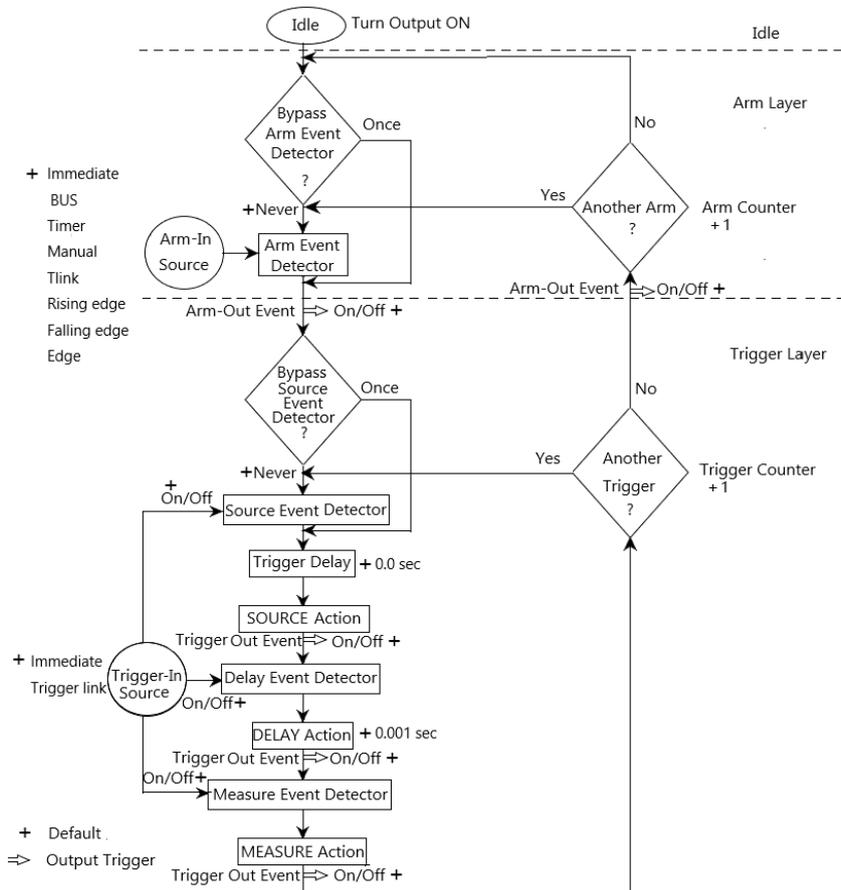
Описание

Нажать и удерживать клавишу F5 (TRIG) на главном интерфейсе для входа в интерфейс настройки функции запуска.



Процесс запуска

Модель запуска состоит из двух уровней: уровня активизации (ARM-layer) и уровня запуска (Trigger-layer). Блок-схема процесса запуска показана на рисунке:



Описание параметров и функций

ARM Layer (Уровень активизации)

Для настройки уровня Arm режима запуска нажать клавишу F1(Arm) и выбрать опцию «ARM in», «ARM count» или «ARM out».

ARM in

Source (Источник)

Используется для выбора источника (типа) запуска уровня Arm. У этой опции есть следующие параметры: Immediate, GPIB, Timer, Manual, Tlink, Rising edge, Falling edge, Edge.

- **Immediate**: Регистрация события происходит немедленно, обеспечивая возможность продолжения операции.
- **BUS**: Регистрация события происходит при получении команды запуска (GET или *TRG) через шину.
- **Timer**: Если при включенном выходе выбрана опция «Timer», регистрация события происходит немедленно после включения выхода прибора. Если результатом выполнения блока «Another Arm?» является вариант «Yes», то регистрация события происходит по заполнению запрограммированного интервала таймера. Если результатом выполнения блока «Another Arm?» является вариант «No», таймер переустанавливается, снова обеспечивая возможность немедленной регистрации события.
- **Manual**: Используется для ручного запуска регистрации события. После выбора этой опции на дисплее отобразится индикатор **TRIGM**. Если при включенном выходе один раз нажать клавишу F5 (TRIG), произойдёт однократная регистрация события.
- **Tlink**: Регистрация события происходит при получении входного сигнала запуска через входную линию запуска. Выбор этой опции позволяет обеспечить обход регистратора событий активизации путём выбора параметра «ONCE» в опции «Bypass».
- **Rising edge**: Регистрация события происходит, когда линия SOT цифрового ввода/вывода выдаст верхний (положительный) импульс. Этот импульс приходит от внешнего компонента и используется для запуска тестирования по пределам.
- **Falling edge**: Регистрация события происходит, когда линия SOT цифрового ввода/вывода выдаст нижний (отрицательный) импульс. Этот импульс приходит от внешнего компонента и используется для запуска тестирования по пределам.
- **Edge**: Регистрация события происходит, когда линия SOT цифрового ввода/вывода выдаст верхний (положительный) или нижний (отрицательный) импульс. Этот импульс приходит от внешнего компонента и используется для запуска тестирования по пределам.

Timer (Таймер)

Используется для настройки интервала таймера, когда в качестве источника выбрана опция «Timer». Единицей измерения временных характеристик является секунда.

Tlink line (Линия Tlink)

Эта опция может быть выбрана только в том случае, когда в качестве источника запуска выбрана опция «Tlink», которая используется для настройки нужной линии (#1, #2, #3 или #4) входного сигнала запуска. По умолчанию линия 2 является выходной линией, а линия 1 — входной.

Bypass (Обход)

Обход регистратора событий действует в случае, когда в качестве источника запуска выбраны опции «Tlink», «Rising edge», «Falling edge» или «Edge». У этой опции есть два параметра:

- **Never**: Указывает на необходимость ожидания входного сигнала запуска до начала выполнения операции.
- **Once**: Указывает, что операция обойдёт регистратор событий активизации и перейдёт непосредственно на уровень запуска.



ПРИМЕЧАНИЕ: Клавиша F5 (TRIG) главного интерфейса имеет наивысший приоритет. Событие будет запускаться до тех пор, пока нажата эта клавиша.

ARM count

Mode (Режим)

Доступны две опции: «Finite» и «Infinite».

- **Finite**: Указывает, что размер счетчика событий активизации является конечной величиной.
- **Infinite**: Указывает, что размер счетчика событий активизации не ограничен.

Value (Значение)

При выборе опции «Finite» в поле «Value» вводится заданное значение.

ARM out

Line (Линия)

Служит для выбора линии Tlink (#1, #2, #3 или #4) для выхода сигнала запуска.

Tlink exit (Выход)

Могут быть установлены два параметра: «On» или «Off».

- On: Указывает, что выходной сигнал запуска разрешён при переходе с уровня запуска на уровень активизации.
- Off: Указывает, что выходной сигнал запуска запрещён при переходе с уровня запуска на уровень активизации.

Tlink enter (Вход)

Могут быть установлены два параметра: «On» или «Off».

- On: Указывает, что выходной сигнал запуска разрешён при входе на уровень запуска.
- Off: Указывает, что выходной сигнал запуска запрещён при входе на уровень запуска.

Trigger Layer (Уровень запуска)

Для настройки уровня Trigger режима запуска нажать клавишу F2 (Trig) и выбрать опцию «TRIG in», «TRIG out», «TRIG delay» и «TRIG count».



TRIG in

Source (Источник)

Используется для выбора источника (типа) запуска уровня Trigger. У этой опции есть два параметра: Immediate и Trigger link.

- Immediate: Указывает, что событие запускается немедленно. При выборе этой опции регистратор событий воспроизведения, регистратор событий задержки и регистратор событий измерений будут запускаться немедленно. Уровень Trigger последовательно выполняет действия воспроизведения, задержки и измерений.
- Trigger link: При выборе этой опции необходимо настроить 5 параметров: Link, Detect bypass, Events source, Events delay, и Events MEAS.

Link (Линия)

Для выбора линии для входа сигнала запуска необходимо выбрать одну из четырёх линий (#1, #2, #3 или #4).

Detect bypass (Обход регистратора)

Используется для настройки обход регистратора событий источника. У этой опции есть два параметра:

- Never: Указывает, что регистратор событий будет ожидать входной сигнал запуска до начала выполнения последующих операций.
- Once: Указывает, что операция обойдёт регистратор событий.

Events source (События источника)

Включение (ON) или выключение (OFF) событий запуска источника.

- On: Указывает, что операция будет ждать на этом событии входного сигнала запуска источника.
- Off: Указывает, что операция не будет ждать на этом событии и продолжит выполнение последующих операций.

Events delay (События задержки)

Включение (ON) или выключение (OFF) событий запуска задержки.

- **On:** Указывает, что операция будет ждать на этом событии входного сигнала запуска задержки.
- **Off:** Указывает, что операция не будет ждать на этом событии и продолжит выполнение последующих операций.

Events MEAS (События измерений)

Включение (ON) или выключение (OFF) событий запуска измерений.

- **On:** Указывает, что операция будет ждать на этом событии входного сигнала запуска измерений.
- **Off:** Указывает, что операция не будет ждать на этом событии и продолжит выполнение последующих операций.

TRIG out

Line (Линия)

Служит для выбора линии Tlink (#1, #2, #3 или #4) для выхода сигнала запуска.

Events source (События источника)

Включение (ON) или выключение (OFF) входного сигнала запуска после событий источника.

Events delay (События задержки)

Включение (ON) или выключение (OFF) входного сигнала запуска после событий задержки.

Events MEAS (События измерений)

Включение (ON) или выключение (OFF) входного сигнала запуска после событий измерений.

TRIG delay

Используется для настройки времени задержки запуска. По умолчанию время задержки измеряется в секундах.

TRIG count

Используется для настройки размера счётчика запуска.



ПРИМЕЧАНИЕ: Размер счётчика запуска «TRIG count» и количество точек в последовательности должно быть одинаковым, либо размер счётчика запуска должен быть кратным количеству точек в последовательности. Например, если последовательность состоит из 5 точек, а размер счётчика запуска настроен на 10, то последовательность будет выполнена дважды.

HALT

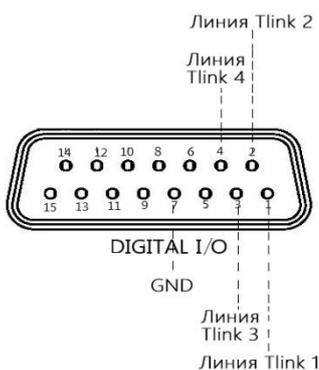
Нажать клавишу F3 (HALT) для возврата прибора в состояние ожидания. Эта опция не отключает выход прибора, и на него будет поступать запрограммированный сигнал источника. Из состояния ожидания прибор можно вывести следующими действиями.

- отключить выход и снова включить его;
- снова выбрать события «Arm in» или «Trigger in»;
- выйти из меню настройки запуска, а затем снова войти в него путём длительного нажатия на клавишу F5 (TRIG).

Требования к интерфейсу

Назначение контактов

При включении функции запуска задействуются соответствующие порты цифрового ввода/вывода.



- линии 1-4: линии входа и выхода сигнала запуска уровня Arm и уровня Trigger;
- линия 5: +3,3 В;
- линия 6: резерв;
- линия 7: земля.



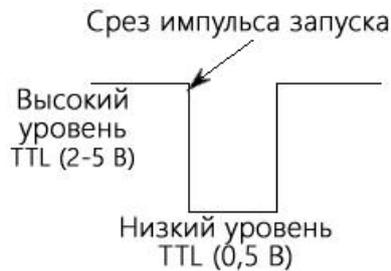
ПРИМЕЧАНИЕ: Заводской настройкой по умолчанию линия 1 является линией входного сигнала запуска, а линия 2 — линией выходного сигнала запуска. Эти настройки линий для входных/выходных сигналов запуска могут быть изменены в интерфейсе настройки уровней Arm и Trigger.

Инструкции

Требования к линиям 1-4 входа сигнала запуска

Входные сигналы запуска используются для обеспечения регистрации события на уровне активизации (ARM-layer) или уровне запуска (Trigger-layer) модели запуска.

Входным сигналом запуска является срез TTL-совместимого импульса.



Характеристики линий 1-4 выхода сигнала запуска

Прибор может быть настроен на выдачу сигнала запуска после различных событий запуска.

Выходной сигнал запуска обеспечивает TTL-совместимый выходной импульс, который может быть использован для запуска других устройств.



10. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

10.1. Замена предохранителя



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! *Замену предохранителя производить только после выяснения и устранения причины, вызвавшей его неисправность.*

Замену предохранителя проводить в следующей последовательности:

- Отключить кабель питания от сети.
- Соблюдая осторожность, извлечь неисправный предохранитель из держателя. Заменить неисправный предохранитель на новый – строго соответствующего типа и номинала.



ВНИМАНИЕ! *Использование предохранителя, отличающегося по типу и/или номиналу, может стать причиной поражения электрическим током и порчи прибора.*



ВНИМАНИЕ! *Использование самодельных предохранителей категорически **ЗАПРЕЩАЕТСЯ!***

Установить исправный предохранитель на место и провести сборку в обратной последовательности.

10.2. Уход за прибором

Для чистки внешней поверхности корпуса используйте мягкую ткань, смоченную в мыльном растворе. Не распыляйте это средство непосредственно на прибор, так как раствор может проникнуть внутрь и вызвать повреждение.

Не используйте едкие химикаты и вещества, содержащие бензин, бензол, толуол, ксилол, ацетон или аналогичные растворители. Запрещается использование абразивных средств и паст.

11. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

Изготовитель гарантирует соответствие параметров прибора данным, изложенным в разделе «Технические характеристики» при условии соблюдения потребителем правил эксплуатации, технического обслуживания и хранения, указанных в настоящем Руководстве.

Гарантийный срок указан на сайте www.prist.ru и может быть изменен по условиям взаимной договоренности.

Средний срок службы прибора составляет (не менее) - 5 лет.

ИЗГОТОВИТЕЛЬ :

Фирма «**Good Will Instrument Co. Ltd**» (GW Instek).

Адрес: No. 7-1, Jhongsing Road, Tucheng City, Taipei County, 23678, Taiwan, R.O.C.

Представитель в России:

Акционерное общество «Приборы, Сервис, Торговля», АО «ПриСТ»

111141, г. Москва, ул. Плеханова 15А

Тел. (495) 777-55-91, факс (495) 640-3023,

Электронная почта prist@prist.ru

Гарантийный срок указан на сайте www.prist.ru и может быть изменен по условиям взаимной договоренности.