

# ИСТОЧНИКИ-ИЗМЕРИТЕЛИ NGU



Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81

Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16

Россия (495)268-04-70

Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13

Казахстан (772)734-952-31

Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

<https://rohdeschwarz.nt-rt.ru> || [rwz@nt-rt.ru](mailto:rwz@nt-rt.ru)

# КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Благодаря своей сверхвысокой точности и малому времени восстановления нагрузки источники-измерители R&S®NGU идеально подходят для решения самых сложных задач. Для сверхточного измерения потребляемого тока в диапазоне от нА до А за один проход используется специальная конструкция амперметра, избавляющая от необходимости выполнения нескольких циклов измерения. Малое время восстановления приборов дает возможность адекватно реагировать на быстрое изменение нагрузки, которое возникает, например, при переключении устройств мобильной связи из режима ожидания в режим передачи. Благодаря высокоскоростному сбору данных малейшая особенность сигнала обнаруживается с разрешением до 2 мкс. Источники-измерители R&S®NGU имеют двух- или четырехквadrантную архитектуру, что позволяет им функционировать как в качестве источников, так и потребителей тока для имитации аккумуляторных батарей и нагрузок.

Двухквadrантная модель R&S®NGU201 и четырехквadrантная модель R&S®NGU401 обеспечивают до 60 Вт выходной и потребляемой мощности, соответственно. Каналы источников не заземлены, гальванически изолированы и защищены от перегрузок и коротких замыканий.

Благодаря шести измерительным диапазонам тока и разрешению до  $6\frac{1}{2}$  разрядов при измерении напряжения, тока и мощности источники-измерители R&S®NGU идеально подходят для определения характеристик устройств, работающих в диапазоне от сверхнизких потребляемых токов до токов величиной несколько ампер. Использование амперметров, содержащих усилители с обратной связью, увеличивает точность и расширяет чувствительность приборов вплоть до наноамперного диапазона.

При скорости сбора данных до 500 000 отсчетов в секунду могут быть зафиксированы даже очень быстрые изменения напряжения или тока.

Приборы обеспечивают короткий период восстановления нагрузки < 30 мкс в сочетании с минимальными выбросами даже при резком изменении нагрузки.

Линейная конструкция выходных каскадов позволяет источникам-измерителям R&S®NGU работать в качестве источника и потребителя тока с минимальным уровнем остаточных пульсаций и шума.

Двухквadrантный источник-измеритель R&S®NGU201 — новый представитель семейства приборов для тестирования беспроводной связи, предназначенный в основном для питания испытуемых устройств (ИУ) со сверхнизким потреблением тока в режиме ожидания, таких как Bluetooth® -устройства с низким энергопотреблением.

Он идеальным образом подходит для питания устройств с аккумуляторным питанием благодаря регулируемому выходному импедансу и его быстрой стабилизации. Дополнительная функция имитации аккумулятора обеспечивает условия проведения испытаний, имитирующие использование реальной аккумуляторной батареи. Опциональный вход вольтметра делает ненужным дополнительный цифровой мультиметр во многих прикладных задачах.

Словесный знак Bluetooth® и логотипы принадлежат Bluetooth SIG, Inc. и используются компанией на основании лицензии.



# ПРЕИМУЩЕСТВА И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Четырехквadrантный источник-измеритель R&S®NGU401 — это специализированный прибор для тестирования полупроводниковых устройств, обладающий множеством универсальных возможностей и охватывающий множество различных отраслей и различных испытуемых устройств. Он может действовать как биполярный источник питания или биполярная электронная нагрузка. Он поставляется с входом модуляции для подключения, например, генератора сигналов произвольной формы, что позволяет прибору работать в качестве источника переменного тока.

## Ключевые факты

	R&S®NGU201	R&S®NGU401
Квadrантов	2	4
Выходное напряжение	от 0 до 20 В	от -20 В до +20 В
Макс. выходная/потребляемая мощность		60 Вт
Макс. выходной/потребляемый ток	≤ 6 В: 8 А, > 6 В: 3 А	
Время восстановления нагрузки	< 30 мкс	
Макс. скорость сбора данных	500 тыс. отсчетов/с	

## Технология для сложных задач

- ▶ Быстрая стабилизация нагрузки
  - ▶ Минимальный уровень остаточных пульсаций и низкий уровень шума
  - ▶ Отображение показания с разрешением до 6 ½ разрядов
  - ▶ Гальванически изолированные незаземленные каналы
  - ▶ Выходной каскад, изолированный с помощью реле
  - ▶ Режимы приоритета напряжения и тока
  - ▶ Режим высокой емкости
  - ▶ Высокоскоростной сбор данных (функция FastLog)
  - ▶ Функции для защиты прибора и ИУ
  - ▶ Пределы безопасности для защиты ИУ
- ▶ [страница 5](#)

## R&S®NGU201 — специализированный прибор для тестирования беспроводной связи

- ▶ Двухквadrантный режим: работа в качестве источника и нагрузки
  - ▶ Переменный выходной импеданс и режим стабилизации сопротивления
  - ▶ Функция цифрового вольтметра (ЦВМ)
  - ▶ Имитация аккумулятора
- ▶ [страница 9](#)

## R&S®NGU401 — специализированный прибор для тестирования полупроводниковых устройств

- ▶ Четырехквadrантный режим: работа в качестве источника и нагрузки с произвольной полярностью
  - ▶ Вход модуляции
- ▶ [страница 11](#)

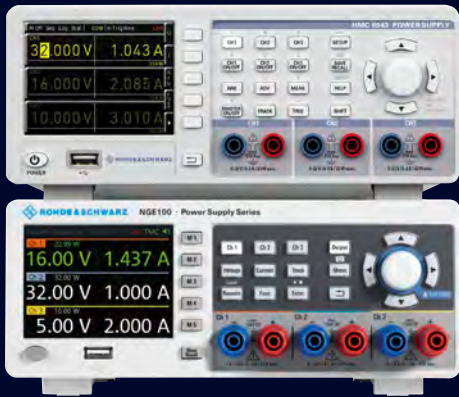
## Удобство эксплуатации

- ▶ Сенсорный экран высокого разрешения
  - ▶ Цветовая кодировка режимов работы
  - ▶ Графическое отображение
  - ▶ Функция QuickArb
  - ▶ Функция EasyRamp
  - ▶ Сохранение и вызов настроек прибора
- ▶ [страница 12](#)

## Идеальный выбор для использования в лабораториях и испытательных системах

- ▶ Предназначены для использования в лабораториях и системных стойках
  - ▶ Четырехпроводное подключение
  - ▶ Разъемы на передней и задней панелях
  - ▶ Поддержка полноценного дистанционного режима
  - ▶ Быстрая работа на шине и на рабочем столе
  - ▶ Усовершенствованная конструкция прибора: компактные размеры и бесшумная работа
- ▶ [страница 13](#)

# РАЗЛИЧНЫЕ КЛАССЫ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ



Трехканальные источники питания  
R&S®HMC8043 и R&S®NGE100B

## Базовые источники питания

- ▶ Экономичные, бесшумные и стабильно работающие приборы
- ▶ Подходят для ручного и упрощенного компьютерного управления
- ▶ Используются при обучении в виде настольных или монтируемых в стойку решений



Четырехканальные источники питания  
R&S®HMP400 и R&S®NCP814

## Высокопроизводительные источники питания

- ▶ Идеальны для случаев, когда решающими факторами проведения испытаний являются быстродействие, точность и расширенные функции программирования
- ▶ Характерные особенности: защита ИУ, короткий период программирования и загружаемые последовательности значений V и I
- ▶ Используются в лабораториях и автоматическом испытательном оборудовании



Одноканальный источник-измеритель R&S®NGU401 и  
двухканальный источник питания R&S®NGM202

## Специализированные источники питания

- ▶ Предназначены для конкретных задач
- ▶ Уникальные возможности, в частности
  - эмуляция уникальных характеристик аккумуляторной батареи
  - электронные нагрузки для точного потребления тока и управляемого рассеивания мощности
- ▶ Используются в лабораториях и автоматическом испытательном оборудовании

# ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ СЛОЖНЫХ ЗАДАЧ

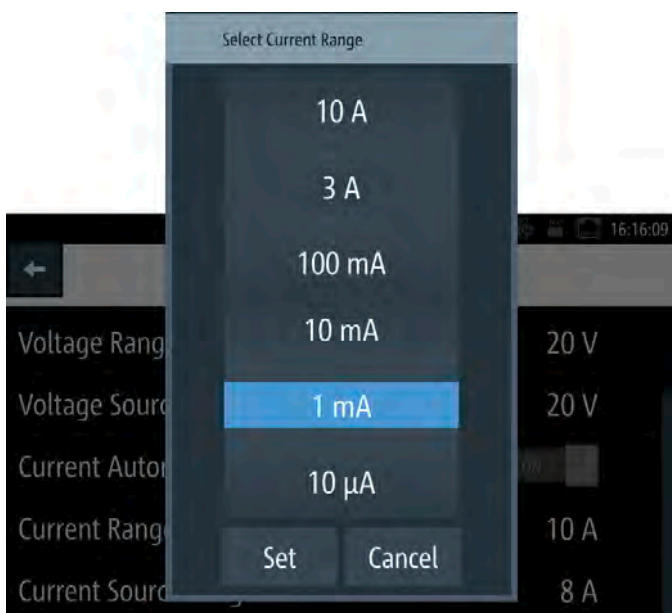
## Быстрая стабилизация нагрузки

Для бытовых электронных изделий, таких как мобильные телефоны и устройства IoT, требуется очень незначительное питание в режиме ожидания. Вместе с тем ток резко увеличивается сразу же после переключения устройства в режим передачи. Источник питания, используемый для энергоснабжения таких ИУ, должен поддерживать изменения нагрузки от нескольких нА до нескольких ампер без падений и выбросов напряжения.

Источники-измерители R&S®NGU оснащены электрической схемой, которая позволяет пользователю определять способ стабилизации изменения нагрузки. Стандартная настройка «Fast» (Быстрая работа) со временем восстановления менее 30 мкс разработана для оптимизации высокоскоростных процессов. Отключение настройки «Fast» незначительно увеличивает время восстановления с целью предотвращения выбросов в особых условиях нагрузки.

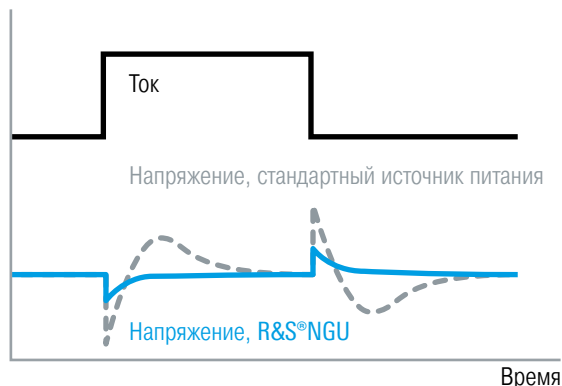
## Минимальный уровень остаточных пульсаций и низкий уровень шума

Усовершенствованная электронная схема часто очень сложна и чувствительна к помехам на линиях электропитания. Для подачи напряжения без помех на такие чувствительные ИУ источники питания должны обеспечивать исключительно стабильные выходные напряжения и токи. При этом необходимо предотвращать все виды пульсаций и шума. Источники-измерители R&S®NGU регулируются линейно, что идеально подходит для чувствительных ИУ.



Измеряемые токи и напряжения отображаются с разрешением  $6\frac{1}{2}$  разрядов. Два диапазона измерения напряжения и шесть диапазонов измерения тока обеспечивают сверхвысокую точность и разрешение вплоть до 1 мкВ/100 пА.

## Оптимизированное время восстановления нагрузки



Источники питания обычно реагируют на резкое изменение нагрузки появлением выбросов и медленным восстановлением. Благодаря специально оптимизированным схемам управления источники-измерители R&S®NGU обеспечивают время восстановления менее 30 мкс.

## Показания с разрешением до 6 ½ разрядов

При измерении напряжения, тока и мощности считывание происходит с разрешением до 6 ½ разрядов, что делает источники-измерители R&S®NGU оптимально подходящими для характеристики устройств, которые имеют низкое энергопотребление в режиме ожидания и большие токи в режиме полной нагрузки. Два диапазона измерения напряжения и шесть диапазонов измерения тока обеспечивают сверхвысокую точность и разрешение вплоть до 1 мкВ/100 пА.

## Гальванически изолированные незаземленные выходы

Выходы источников-измерителей R&S®NGU не заземлены на корпус, гальванически изолированы и защищены от перегрузки и короткого замыкания.

## Выходной каскад, изолированный с помощью реле

Отключение выходного канала стандартного источника питания обычно приводит к отключению выходного напряжения. Выходной каскад электропитания остается подключенным к выходным клеммам. В источниках-измерителях R&S®NGU используются реле для изоляции цепей прибора от контактных гнезд.

## Режимы приоритета напряжения и тока

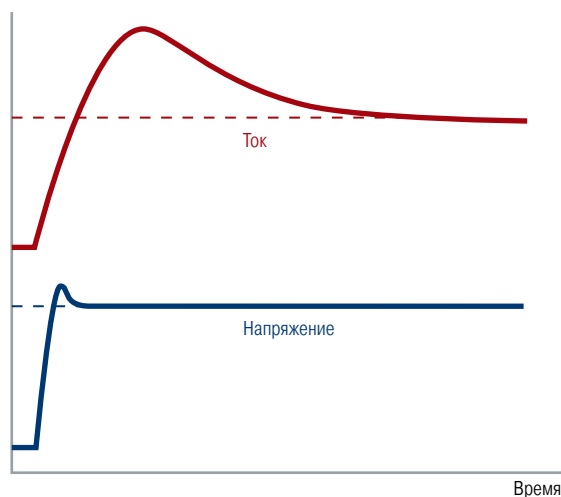
Настройка и регулировка выходного напряжения (режим постоянного (стабилизированного) напряжения) — стандартная задача для источников питания. Большинство источников питания также можно использовать в режиме стабилизации тока, когда ограничение тока обеспечивает протекание только установленного тока.

Однако эти устройства не оптимизированы под быстрое ограничение тока. Существует риск повреждения чувствительных ИУ из-за чрезмерных токовых выбросов при регулировании тока. Чтобы избежать этого риска, источники-измерители R&S®NGU имеют отдельные режимы работы для регулирования напряжения и тока.

В режиме приоритета напряжения быстрое регулирование напряжения обеспечивает короткий период восстановления менее 30 мкс. Регулирование тока действует несколько медленнее, чтобы исключить появление колебаний.

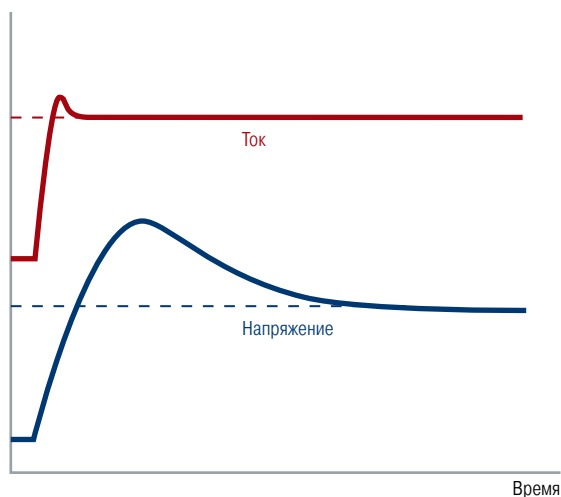
Когда требуется точное и быстрое регулирование тока, источники-измерители R&S®NGU могут работать в режиме приоритета тока. Оптимизированный под быстрое регулирование тока (время восстановления нагрузки < 50 мкс), этот режим позволяет выполнять такие задачи, как тестирование светодиодов, которые чувствительны даже к коротким пиковым выбросам тока.

### Режим приоритета напряжения



Стандартный режим источника питания обеспечивает быстрое регулирование напряжения с риском появления выбросов тока.

### Режим приоритета тока



Специальный режим для чувствительных к току ИУ обеспечивает быстрое регулирование тока. Он будет правильным выбором при необходимости избегать чрезмерно высоких токов для защиты ИУ.

## Режим высокой емкости

Довольно часто в типовой измерительной установке на входе ИУ присутствует емкость. Подключение источника питания с помощью проводов приводит к появлению фильтра нижних частот, формируемого проводами и емкостью.

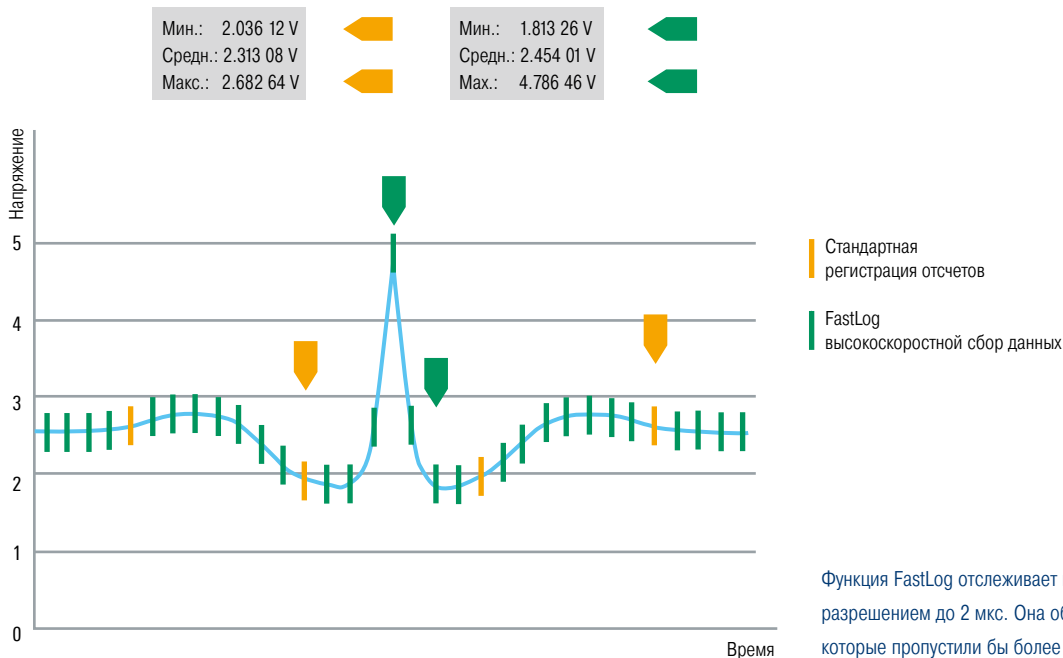
В режиме высокой емкости источники-измерители R&S®NGU компенсируют эту емкость и отображают ток, который присутствует непосредственно на ИУ.

## Высокоскоростной сбор данных (функция FastLog)

Источники-измерители R&S®NGU оснащены функцией FastLog для захвата результатов измерения напряжения и тока. Эти данные могут быть сохранены на внешнем USB-устройстве хранения данных или могут быть переданы на внешний ПК через USB или локальную сеть. Благодаря скорости сбора данных до 500 тыс. отсчетов/с результаты измерения напряжения и тока доступны каждые 2 мкс.

Благодаря функции FastLog среди минимальных/максимальных значений можно обнаруживать даже пиковые выбросы в микросекундном диапазоне, которые не могут быть обнаружены более медленными приборами.

## Высокоскоростной сбор данных с помощью функции FastLog



На выходах источников-измерителей R&S®NGU могут быть установлены различные параметры, например выходной импеданс, задержка включения выходов и различные режимы запуска.



Функция FastLog обеспечивает скорость сбора данных до 500 тыс. отсчетов/с.



## Функции для защиты прибора и ИУ

Источники-измерители R&S®NGU обеспечивают функции защиты, которые исключают повреждение ИУ и прибора в случае сбоя. Выходные каналы защищены от перегрузок и коротких замыканий. Можно установить максимальное напряжение, ток и мощность. Когда контролируемое значение на выходе достигает заданного ограничения, выход автоматически отключается и появляется соответствующее сообщение.

### Защита от перенапряжения (OVP)

Если напряжение превышает установленное максимальное значение, канал отключается и на экране начинает мигать соответствующий символ. В режиме приоритета тока для режимов источника и потребителя тока могут быть установлены разные ограничения.

### Защита от превышения тока (электронный предохранитель, OCP)

Для лучшей защиты чувствительных нагрузок в каналы источников-измерителей R&S®NGU установлены электронные предохранители, которые могут настраиваться в индивидуальном порядке. Если ток в канале превышает заданное значение, канал автоматически отключается и начинает мигать символ превышения тока.

Электронные предохранители могут быть установлены в режиме источника и в режиме потребителя с разными значениями.

Есть две настройки, которые определяют режим реагирования электронных предохранителей. Настройка «Fuse delay at output-on» (Задержка срабатывания при включении выхода) определяет время, в течение которого предохранитель остается отключенным после активации канала. Чувствительность предохранителя указывается с помощью параметра «Fuse delay time» (Время срабатывания). Эта настройка позволяет пользователям менять режим электропитания для предотвращения отключения канала из-за кратковременных пиковых выбросов тока во время работы.

### Защита от превышения мощности (OPP)

В качестве альтернативного варианта (вместо установки максимального напряжения) можно задать максимальную мощность и использовать ее в качестве параметра отключения.

### Защита от перегрева (OTP)

Источники-измерители R&S®NGU имеют встроенную защиту от превышения температуры, которая отключает прибор при опасности тепловой перегрузки.

## Пределы безопасности для защиты ИУ

Чтобы предотвратить вывод из строя ИУ очень высоким напряжением или током, на источниках-измерителях R&S®NGU можно задать пределы безопасности. Перед началом выполнения текущей измерительной задачи пользователь может ограничить прибор теми значениями, которые не опасны для ИУ.

Электронный предохранитель с дополнительными функциями: настройка «Fuse delay at output-on» (Задержка срабатывания при включении выхода) определяет время, в течение которого предохранитель остается отключенным после включения канала. Чувствительность предохранителя указывается с помощью параметра «Fuse delay time» (Время срабатывания). Для режимов источника и потребителя могут быть установлены разные ограничения.



Пользователь может задать безопасные пределы для ограничения диапазона регулировки прибора и предотвращения случайного повреждения ИУ из-за неправильной настройки.





# R&S®NGU201 – СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПРИБОР ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

Источник-измеритель R&S®NGU201 настроен для анализа разряда батареи любого устройства с аккумуляторным питанием мощностью до 60 Вт, включая, например, мобильные телефоны, планшеты и устройства IoT. Кроме того, его можно использовать для проведения испытаний и имитации аккумуляторов благодаря регулируемому выходному импедансу и дополнительному инструменту имитации аккумуляторных батарей.

## Двухквadrантный режим: работа в качестве источника и нагрузки

Двухквadrантная архитектура источника-измерителя обеспечивает его функционирование как в качестве источника, так и потребителя тока, что, в свою очередь, позволяет имитировать аккумуляторы или нагрузки. Источник-измеритель автоматически переключается из режима источника в режим потребителя (электронной нагрузки). Как только внешнее приложенное напряжение превышает установленное номинальное напряжение, ток начинает течь в прибор. На это указывает отрицательное значение тока.

## Переменный выходной импеданс и режим стабилизации сопротивления

Источник питания должен иметь минимально возможный выходной импеданс (сопротивление) для подавления влияния нагрузки на ИУ. Вместе с тем есть прикладные задачи, в которых необходимо управляемым образом имитировать определенные разновидности аккумуляторов или увеличивать внутреннее сопротивление по мере разрядки аккумулятора. Источник-измеритель R&S®NGU201 поддерживает эти задачи за счет регулируемого диапазона выходного импеданса.

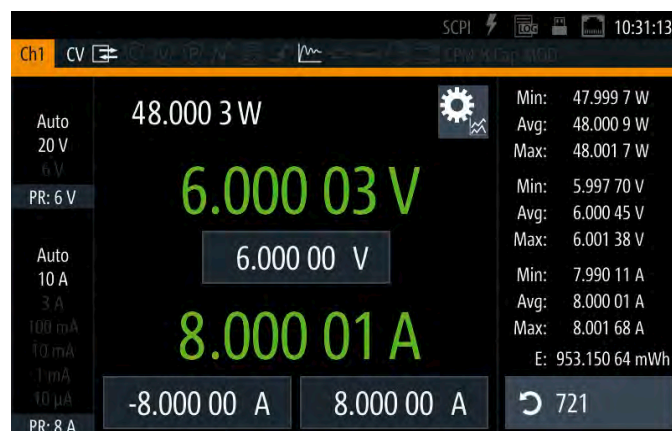
Регулировка выходного импеданса производится очень быстро. Особенно в диапазоне от -50 мОм до 2 Ом, когда время восстановления может достигать < 200 мкс.

Во время работы в качестве электронной нагрузки также доступен режим стабилизации сопротивления. В этом режиме прибор ведет себя как регулируемое сопротивление в рамках всего диапазона нагрузки. Это позволяет имитировать, например, разряд аккумулятора с постоянным сопротивлением нагрузки.

## Функция цифрового вольтметра (ЦВМ)

Пока источник-измеритель R&S®NGU201 измеряет напряжение, подаваемое на ИУ, опция R&S®NGU-K104 активирует порт, который позволяет подключать дополнительный внутренний ЦВМ к любой другой точке схемы. Функция ЦВМ работает параллельно с функцией считывания и гальванически изолирована от схемы канала. В большинстве случаев необходимость в дополнительном цифровом мультиметре отпадает.

Большой экран с высоким разрешением обеспечивает читаемость значений напряжения и тока (даже с большого расстояния) и содержит большое количество дополнительной информации.



## Имитация аккумулятора

Характеристики реальных аккумуляторных батарей зависят от типа аккумулятора и состояния заряда. Емкость, напряжение холостого хода (Voc) и эквивалентное последовательное сопротивление (ESR) являются важными характеристиками аккумулятора, которые зависят от его состояния заряда (SoC). Опция R&S®NGU-K106 позволяет пользователям имитировать поведение аккумуляторов при различных условиях зарядки, например, при питании ИУ.

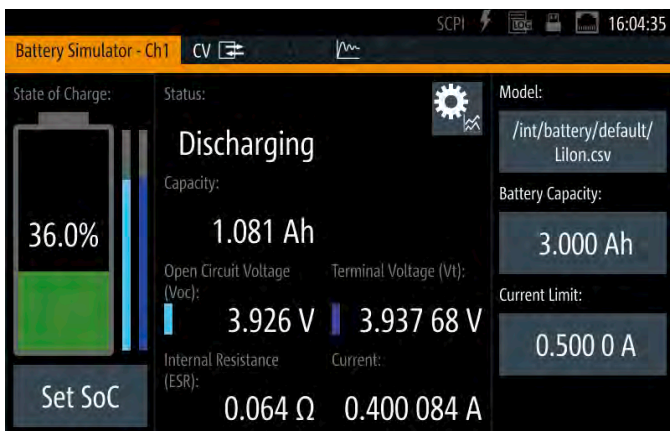
Чтобы задать модель аккумулятора, данные о нем могут быть легко введены с помощью встроенного редактора. Наборы данных для общих типов аккумуляторных батарей Pb, Li-Ion, NiCd и NiMH доступны в виде предварительно настроенных файлов. Они легко изменяются в соответствии с требованиями конкретной задачи. Дополнительные наборы данных моделей аккумуляторов можно загрузить с USB-устройства и сохранить в источнике-измерителе R&S®NGU201.

В частности, когда требуется оптимизировать жизненный цикл устройства с аккумуляторным питанием, необходимо учитывать режим разряда конкретного типа аккумулятора. Функция имитации батареи прибора R&S®NGU201 позволяет имитировать реальные выходные характеристики аккумулятора. Тестирование может основываться на выбранной модели аккумулятора, а его емкость, заряд SoC и напряжение Voc могут быть установлены в любое состояние для проведения испытаний в конкретных условиях.

Также может имитироваться режим зарядки аккумулятора. Это особенно важно при разработке зарядных устройств. Для таких задач источник-измеритель R&S®NGU201 используется в режиме электронной нагрузки.

Оба случая позволяют осуществлять динамическое моделирование, означающее, что Voc, ESR и SoC изменяются в соответствии с условиями заряда/разряда, как в настоящем аккумуляторе. Состояние заряда показывается графически; все остальные значения отображаются численным образом.

Имитация аккумуляторной батареи: основные параметры, характеризующие состояние батареи, сведены на одном экране.



Программное обеспечение для имитации батареи содержит наборы данных для общих типов аккумуляторных батарей, которые легко изменить.

The screenshot shows a table of battery parameters for different State of Charge (SoC) levels. The table has three columns: 'State of Charge (SoC)', 'Open-Circuit Voltage (Voc)', and 'Internal Resistance (ESR)'. The data is as follows:

State of Charge (SoC)	Open-Circuit Voltage (Voc)	Internal Resistance (ESR)
97 %	4.189 V	0.063 Ω
98 %	4.193 V	0.064 Ω
99 %	4.196 V	0.065 Ω
100 %	4.199 V	0.066 Ω

# R&S®NGU401 – СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПРИБОР ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ УСТРОЙСТВ

Источник-измеритель R&S®NGU401 — это специализированный прибор для тестирования полупроводниковых устройств. Он обладает множеством универсальных возможностей, которые охватывают множество различных отраслей и разнообразных испытуемых устройств. Источник-измеритель R&S®NGU401 может действовать как биполярный источник питания или биполярная электронная нагрузка.

## Четырехквadrантный режим: работа в качестве источника и нагрузки с произвольной полярностью

Благодаря четырехквadrантной архитектуре прибор R&S®NGU401 способен выдавать положительные или отрицательные напряжения или токи и может действовать как источник или потребитель тока в обеих полярностях. Эти возможности позволяют решать такие задачи, как измерение прямых и обратных характеристик полупроводниковых устройств за одно испытание без необходимости внесения изменений в схему измерений.

Прибор автоматически переключается из режима источника в режим потребителя (электронной нагрузки). Когда внешнее приложенное напря-

жение превышает установленное выходное напряжение, ток начинает течь в устройство. На это указывает противоположный знак измеряемого тока.

## Вход модуляции

Источник-измеритель R&S®NGU401 оснащен входом модуляции для подключения, например, генератора сигналов произвольной формы. Выходной сигнал зависит от входного сигнала модуляции, позволяя прибору действовать как источник переменного тока или использовать его для моделирования сбоев или нестабильных условий.



Режим потребителя (нагрузки)



Режим источника



Режим источника



Режим потребителя (нагрузки)

# УДОБСТВО ЭКСПЛУАТАЦИИ

## Сенсорный экран высокого разрешения

Большой емкостный сенсорный экран — центральный элемент управления источников-измерителей R&S®NGU. Легкое прикосновение к численному параметру отображает на экране виртуальную клавиатуру для ввода необходимого значения. Кроме того, напряжение, ток и пределы для различных защитных функций можно задавать с помощью поворотной ручки. Доступ и работу с редко используемыми функциями можно выполнять с помощью меню.

Благодаря своему высокому разрешению такой экран устанавливает новые стандарты для данного класса приборов. С его помощью гораздо легче считывать значения напряжения и тока даже на больших расстояниях. На экран также можно вывести разнообразную дополнительную информацию, например, значения мощности и статистические данные. Значки четко отображают состояние текущей конфигурации.

## Цветовая кодировка режимов работы

Цвета используются для индикации различных режимов. Например, активный канал в режиме стабилизации напряжения подсвечивается зеленым цветом, тогда как для режима стабилизации тока используется красный цвет. Если прибор находится в режиме стабилизации сопротивления, числа отображаются голубым цветом.

## Графическое отображение

Большой экран также можно использовать для отображения графиков. Можно выбрать до четырех измерительных функций и построить их графики от времени, а также дополнительно отметить минимальные и максимальные значения.

## Функция QuickArb

В некоторых задачах требуется изменять напряжение или ток при проведении последовательности испытаний, например, для имитации различных состояний заряда аккумулятора. Функция QuickArb позволяет пользователям вручную настраивать последовательности значе-

ний время/напряжение или время/ток с помощью пользовательского интерфейса или программировать их через внешние интерфейсы.

Функция QuickArb источников-измерителей R&S®NGU устанавливает новые стандарты: в одном цикле поддерживается 2048 точек. Также можно выполнять интерполяцию между дискретными точками и выбирать, следует ли применять последовательность значений напряжения 1 В – 2 В – 3 В или значения напряжения должны увеличиваться с применением линейной интерполяции.

Последовательности можно программировать, что существенно повышает скорость работы R&S®NGU по сравнению со стандартными источниками питания.

Время пребывания для отдельно взятого значения напряжения или тока можно задать с разрешением до 100 мкс. Это позволяет программировать очень кратковременные падения напряжения для тестирования режима подачи питания на ИУ. Время пребывания также может быть задано в диапазоне от нескольких часов (для выполнения последовательностей испытаний) и до нескольких дней или недель в случае долговременного тестирования.

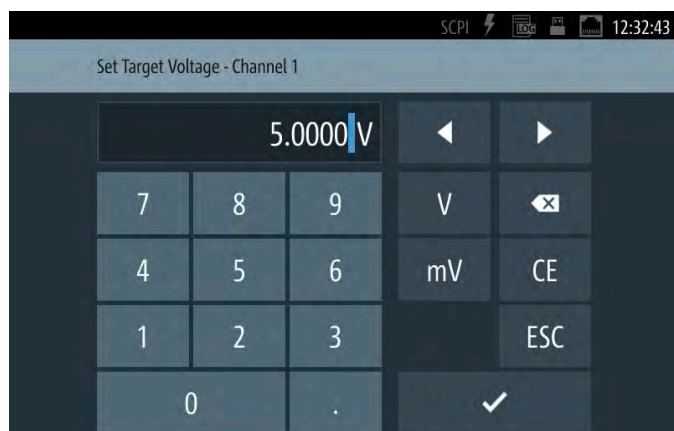
## Функция EasyRamp

Иногда тестовые последовательности должны имитировать рабочие условия, при которых требуется избегать резкого роста питающего напряжения. Эта задача решается с помощью функции EasyRamp источников-измерителей R&S®NGU. Выходное напряжение может непрерывно увеличиваться во временном интервале от 10 мс до 10 с. С функцией EasyRamp можно работать как в ручном, так и в дистанционном режиме.

## Сохранение и вызов настроек прибора

Функции сохранения и вызова облегчают сохранение и вызов часто используемых настроек.

Численные значения можно вводить с помощью виртуальной клавиатуры на сенсорном экране и/или поворотной ручки.



# ИДЕАЛЬНЫЙ ВЫБОР ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЛАБОРАТОРИЯХ И ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

## Предназначены для использования в лабораториях и системных стойках

Источники-измерители R&S®NGU — идеальный выбор для сложных задач. Они используются в лабораториях НИОКР и интегрированы в системы производственных испытаний.

Приборы могут быть установлены в 19-дюймовые стойки с помощью стоечного держателя R&S®HZN96. Разъемы на задней панели и компактная конструкция являются ключевыми факторами для использования в испытательных системах.

## Четырехпроводное подключение

Часто на проводах питания наблюдается значительное падение напряжения, особенно в системах с высоким потреблением тока. Поскольку источники питания обычно поддерживают постоянное выходное напряжение, напряжение на ИУ будет ниже напряжения, отображаемого на источнике питания. Функция четырехпроводного подключения (компенсации) компенсирует падение напряжения на проводах питания. Фактически присутствующее на нагрузке напряжение измеряется с помощью дополнительной пары компенсирующих линий, и это значение используется для регулирования напряжения непосредственно на нагрузке.

## Разъемы на передней и задней панелях

Безопасные гнезда на передней панели источников-измерителей R&S®NGU рассчитаны на 4-мм штекеры (типа «банан»). Для удобного использования в системных стойках на задней панели приборов предусмотрены дополнительные разъемы (включая линии компенсации).

Дополнительно доступны цифровые входы и выходы. Они могут использоваться как входы запуска/блокировки и выходы управления/ошибок. Аппаратное обеспечение опции R&S®NGU-K103 уже предусмотрено в приборе. Функцию можно включить с помощью ключевого кода (заказывается отдельно).

## Поддержка полноценного дистанционного режима

Для использования в испытательных системах возможно дистанционное управление источниками-измерителями R&S®NGU. Доступны следующие типы интерфейсов.

### USB и LAN

Интерфейсы USB и LAN (Ethernet) устанавливаются в стандартной комплектации. С помощью этих интерфейсов можно дистанционно управлять всеми параметрами электропитания.

### Интерфейс IEEE-488 (GPIB) (опция R&S®NGU-B105)

Интерфейс R&S®NGU-B105 с портом IEEE-488 (GPIB) доступен в виде опции, которую можно заказать на заводе.

## Быстрая работа на шине и на рабочем столе

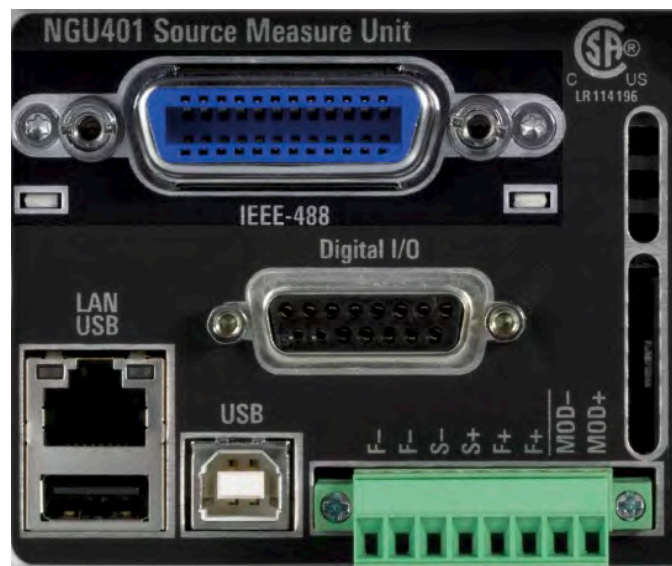
Для выполнения сложных последовательностей измерений требуется режим работы с еще более оперативными процедурами настройки, измерения и обработки команд. Источники-измерители R&S®NGU удовлетворяют этим требованиям. Благодаря современной многоядерной архитектуре они не только гораздо быстрее обрабатывают команды управления по сравнению с традиционными источниками питания, но и делают это в параллельном режиме. Это выгодно пользователям систем автоматизированных испытаний АТЕ. Приборы также обеспечивают преимущества в ручном режиме работы, например позволяют быстро настраивать последовательности значений в режиме Arb.

## Усовершенствованная конструкция прибора: компактные размеры и бесшумная работа

Свободное пространство на рабочих столах и в стойках всегда ограничено. Источники-измерители R&S®NGU компактны и занимают немного места.

Функционирование встроенного вентилятора зависит от температуры, поэтому вентилятор часто работает с низкой скоростью или полностью выключается, что снижает уровень рабочего шума.

Все разъемы продублированы на задней панели (пример: R&S®NGU с установленной опцией IEEE-488).



# ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

## Определения

### Общая информация

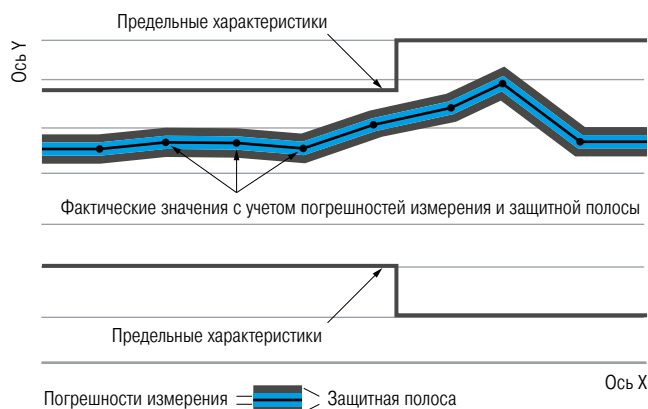
Данные характеристики приведены для следующих условий:

- ▶ Хранение в течение трех часов при температуре окружающей среды с последующим 30-минутным прогревом
- ▶ Соответствие указанным условиям окружающей среды
- ▶ Соблюдение рекомендуемого межкалибровочного интервала
- ▶ Выполнение всех внутренних автоматических регулировок

### Характеристики с предельными значениями

Представление гарантированных характеристик изделия с помощью диапазона значений для указанного параметра. Эти характеристики маркируются символами ограничения, такими как  $<$ ,  $\leq$ ,  $>$ ,  $\geq$ ,  $\pm$ , или словами, например максимум, не более, минимум. Соответствие требованиям проверяется во время испытаний или обеспечивается конструкцией.

Пределы при испытаниях сужаются, если это возможно, полями допусков, учитывающими погрешность измерений, дрейф и старение.



### Характеристики без предельных значений

Представление гарантированных характеристик изделия для указанного параметра. Эти характеристики не имеют специальной маркировки и представляют собой значения без или с пренебрежимо малым отклонением от указанного значения (например, размеры или разрешение настраиваемого параметра). Соответствие требованиям обеспечивается конструкцией.

### Типичные значения (тип.)

Описывают характеристики изделия с помощью репрезентативной информации для заданного параметра. При наличии маркировки  $<$ ,  $>$  или указании диапазона представляют собой характеристики, которые свойственны примерно 80% приборов во время производства. В противном случае параметр описывает среднее значение характеристики.

### Номинальные значения (ном.)

Описывают характеристики изделия с помощью репрезентативного значения заданного параметра (например, номинального импеданса). В отличие от типичного значения, не используется статистическая обработка, и параметр не проверяется во время производства.

### Измеренные значения (изм.)

Описывают ожидаемые характеристики изделия на основе результатов измерения отдельных образцов.

### Погрешности

Представляют пределы погрешности измерений для заданной измеряемой величины. Погрешность вычисляется с коэффициентом охвата 2 и рассчитывается в соответствии с руководством по определению погрешности в процессе измерения (GUM) с учетом условий окружающей среды, старения и износа.

Настройки устройств и параметры графического пользовательского интерфейса указываются следующим образом: «параметр: значение».

Компания не гарантирует соответствие типичным, а также номинальным и измеренным значениям.

В соответствии со стандартом 3GPP/3GPP2 частота следования элементарных посылок указывается в миллион посылок в секунду (Мпос/с), тогда как скорость передачи битов и символьная скорость указываются в миллиард битов в секунду (Гбит/с), миллион битов в секунду (Мбит/с), тысяча битов в секунду (кбит/с), миллион символов в секунду (Мсимв/с) или тысяча символов в секунду (ксимв/с), а частота дискретизации указывается в миллионах отсчетов в секунду. Гбит/с, Мпос/с, Мбит/с, Мсимв/с, кбит/с, ксимв/с и миллион отсчетов в секунду не являются единицами системы СИ.

Все данные действительны при температуре +23 °C (-3 °C/+7 °C) после 30-минутного прогрева.

<b>Электрические характеристики</b>		
<b>Выходы</b>	Все выходные каналы гальванически развязаны и незаземлены.	
Количество выходных каналов		1
Суммарная выходная мощность		макс. 60 Вт
Выходное напряжение	R&S®NGU201	от 0 до 20 В
	R&S®NGU401	от -20 В до +20 В
Максимальный выходной ток на канал	Выходное напряжение ≤ 6 В	8 А
	Выходное напряжение > 6 В	3 А
Регулируемый выходной импеданс	R&S®NGU201	от -50 мОм до 100 Ом
	R&S®NGU401	1 мОм
Время восстановления	R&S®NGU201: ≤ 2 Ом, резистивная нагрузка	< 200 мкс
	R&S®NGU201: > 2 Ом, резистивная нагрузка	< 10 мс
Регулируемый выходной импеданс	R&S®NGU401	недоступно
Пulsации напряжения и шум	от 20 Гц до 20 МГц	< 500 мкВ (СКЗ), < 2 мВ (размах) (изм.)
	от 20 Гц до 20 МГц	< 1 мА (СКЗ) (изм.)
Пulsации тока и шум	от 20 Гц до 20 МГц	< 1 мА (СКЗ) (изм.)
<b>Электронные нагрузки</b>		
Диапазон потребляемых напряжений	R&S®NGU201	от 0 до 20 В
	R&S®NGU401	от -20 В до +20 В
Максимальная потребляемая мощность		60 Вт
Максимальный потребляемый ток	напряжение: ≤ 6 В	8 А
	напряжение: > 6 В	3 А
Режимы потребления	R&S®NGU201	стабилизация напряжения, стабилизация тока, стабилизация сопротивления
	R&S®NGU401	стабилизация напряжения, стабилизация тока
Диапазон стабилизации сопротивления	R&S®NGU201	от 0 Ом до 10 кОм (с шагом 0,1 Ом)
<b>Регулировка нагрузки в режиме приоритета напряжения</b>		
	изменение нагрузки: от 10 % до 90 %	
Напряжение	± (% от выходного значения + смещение)	< 0,01 % + 0,5 мВ
Время восстановления нагрузки по напряжению в стандартном режиме	регулировка в пределах ±20 мВ от установленного напряжения	< 30 мкс (изм.)
Время восстановления нагрузки по напряжению в режиме высокой емкости	регулировка в пределах ±20 мВ от установленного напряжения	от 10 мкФ до 50 мкФ (низкие значения): < 30 мкс (изм.) от 50 мкФ до 470 мкФ (высокие значения): < 100 мкс (изм.)
<b>Регулировка нагрузки в режиме приоритета тока</b>		
	изменение нагрузки: от 10 % до 90 %	
Ток	± (% от выходного значения + смещение)	< 0,01 % + 0,1 мА
Время восстановления нагрузки по току	регулировка в пределах ±20 мА от установленного тока	< 50 мкс (изм.)
<b>Время нарастания</b>		
	от 10 % до 90 % от номинального выходного напряжения, резистивная нагрузка	полная нагрузка: < 100 мкс без нагрузки: < 100 мкс
<b>Время спада</b>		
	от 90 % до 10 % от номинального выходного напряжения, резистивная нагрузка	полная нагрузка: < 100 мкс без нагрузки: < 100 мкс
<b>Минимальная длительность импульса</b>		
		100 мкс
<b>Разрешающая способность при программировании</b>		
Напряжение		диапазон 20 В: 200 мкВ диапазон 6 В: 50 мкВ
		диапазон 8 А: 50 мкА диапазон 3 А: 25 мкА диапазон 100 мА: 1 мкА диапазон 10 мА: 100 нА
Ток		
<b>Погрешность установки при программировании</b>		
Напряжение	± (% от установленного значения + смещение)	диапазон 20 В: < 0,02 % + 2 мВ диапазон 6 В: < 0,02 % + 1 мВ
		диапазон 8 А: < 0,05 % + 2 мА диапазон 3 А: < 0,025 % + 500 мкА диапазон 100 мА: < 0,025 % + 25 мкА диапазон 10 мА: < 0,025 % + 10 мкА
Ток	± (% от установленного значения + смещение)	

## Выходные измерения

Измерительные функции	напряжение, ток, мощность, энергия	
<b>Разрешение при снятии показаний</b>		
Напряжение		диапазон 20 В: 10 мкВ диапазон 6 В: 1 мкВ
Ток		диапазон 10 А: 10 мкА диапазон 3 А: 1 мкА диапазон 100 мА: 100 нА диапазон 10 мА: 10 нА диапазон 1 мА: 1 нА диапазон 10 мкА: 100 пА
<b>Погрешность считывания</b>		
Напряжение	± (% от выходного значения + смещение)	диапазон 20 В: < 0,02 % + 2 мВ диапазон 6 В: < 0,02 % + 500 мкВ
Ток	± (% от выходного значения + смещение)	диапазон 10 А: < 0,025 % + 500 мкА диапазон 3 А: < 0,025 % + 250 мкА диапазон 100 мА: < 0,025 % + 15 мкА диапазон 10 мА: < 0,025 % + 1,5 мкА диапазон 1 мА: < 0,025 % + 150 нА диапазон 10 мкА: < 0,025 % + 15 нА
<b>Температурный коэффициент (на °С)</b>		
Напряжение	от +5 °С до +20 °С и от +30 °С до +40 °С	0,15 × заданное значение/°С
Ток		0,15 × заданное значение/°С
<b>Четырехпроводное подключение</b>		
Максимальная компенсация	диапазон 20 В	2 В (изм.)

## Предельно допустимые параметры

Максимальное напряжение относительно земли	250 В постоянного тока	
Максимальное противодействующее напряжение	напряжение с той же полярностью, подключенное к выходам	
	R&S®NGU201	22 В
	R&S®NGU401	± 22 В
Максимальное обратное напряжение	напряжение с обратной полярностью, подключенное к выходам	
	R&S®NGU201	0,5 В
Максимальный обратный ток	макс. в течение 5 минут	
	R&S®NGU201	3 А

## Дистанционное управление

Время обработки команды		< 6 мс (ном.)
-------------------------	--	---------------

## Функции защиты

Защита от перенапряжения		настраиваемая
Защита от превышения мощности		настраиваемая
Защита от превышения тока (электронный предохранитель)		настраиваемая
Разрешающая способность при программировании		0,1 мА
Время срабатывания	$(I_{нагр} > I_{сраб} \times 2)$ при $I_{нагр} \geq 2$ А	< 1,5 мс (изм.)
Задержка срабатывания при включении выхода		от 0 мс до 10 с (с шагом 1 мс)
Задержка срабатывания		от 0 мс до 10 с (с шагом 1 мс)
Защита от перегрева		да



<b>Специальные функции</b>		
<b>Выходная линейно-нарастающая функция</b>		Функция EasyRamp
Время действия функции EasyRamp		от 10 мс до 10 с (с шагом 10 мс)
<b>Задержка вывода</b>		
Задержка на канал		от 1 мс до 10 с (с шагом 1 мс)
<b>Функция произвольных сигналов</b>		Функция QuickArb
Параметры		напряжение, ток, время
Максимальное количество точек		2048
Время пребывания		от 100 мкс до 10 ч (с шагом 100 мкс)
Повтор		непрерывный или импульсный режим с числом повторений от 1 до 65535
Запуск		вручную с помощью клавиатуры, в режиме дистанционного управления или с помощью дополнительного интерфейса
<b>Статистика (время выборки)</b>	напряжение	минимум, максимум, среднее (2 мкс)
	ток	минимум, максимум, среднее (2 мкс)
	мощности	минимум, максимум, среднее (2 мкс)
	энергия	(2 мкс)
<b>Цифровые интерфейсы запуска и управления</b>		цифровые входы/выходы, R&S®NGU-K103
Максимальное напряжение (IN/OUT)		24 В
Нагрузочные повышающие резисторы (IN/OUT)	подключение к 3,3 В	20 кОм
Уровень на входе	низкий	< 0,8 В (ном.)
	высокий	> 2,4 В (ном.)
Максимальный потребляемый ток (OUT)		500 мА
<b>Вход модуляции</b>	R&S®NGU401	да
Максимальное напряжение относительно земли/канала		250 В постоянного тока
Полоса модуляции	R&S®NGU401	от 0 до 1 кГц
Уровень на входе	R&S®NGU401	от -24 В до +24 В
Погрешность (отображаемое значение модуляции)	R&S®NGU401	< 0,02 % + 2 мВ
<b>Стандартный режим регистрации данных</b>		
Максимальная скорость сбора	каждый зарегистрированный отсчет является средним из 50 000 измеренных значений	10 отсчетов/с
Объем памяти		внутренняя память 800 Мбайт или объем внешней памяти
Разрешение по напряжению		см. Разрешение при снятии показаний
Погрешность напряжения		см. Погрешность считывания
Разрешение по току		см. Разрешение при снятии показаний
Погрешность тока		см. Погрешность считывания
<b>Быстрый режим регистрации данных</b>		FastLog (быстрая регистрация)
Максимальная скорость сбора	напряжения, тока	500 тыс. отсчетов/с (2 мкс)
Объем памяти		объем внешней памяти
Разрешение по напряжению		диапазон 20 В: 20 мкВ диапазон 6 В: 5 мкВ
Погрешность напряжения	± (% от выходного значения + смещение)	диапазон 20 В: < 0,02 % + 2 мВ диапазон 6 В: < 0,02 % + 500 мкВ
Разрешение по току		диапазон 10 А: 20 мкА диапазон 3 А: 2 мкА диапазон 100 мА: 200 нА диапазон 10 мА: 20 нА диапазон 1 мА: 2 нА диапазон 10 мкА: 200 пА
Погрешность тока	± (% от выходного значения + смещение)	диапазон 10 А: < 0,025 % + 500 мкА диапазон 3 А: < 0,025 % + 250 мкА диапазон 100 мА: < 0,025 % + 15 мкА диапазон 10 мА: < 0,025 % + 1,5 мкА диапазон 1 мА: < 0,025 % + 150 нА диапазон 10 мкА: < 0,025 % + 15 нА
<b>Вход цифрового вольтметра</b>	R&S®NGU201	опция, R&S®NGU-K104
Напряжение ЦВМ		от -24 В до +24 В
Погрешность ЦВМ	± (% от выходного значения + смещение)	< 0,02 % + 2 мВ
Максимальное напряжение относительно земли/канала		250 В постоянного тока

## Дисплей и интерфейсы

Дисплей		TFT, 5-дюймовый, 800 × 480 пикселей, WVGA, сенсорный
Разъемы на передней панели		4-мм безопасные гнезда
Разъемы на задней панели		8-контактный блок разъемов
Интерфейсы дистанционного управления	стандартно	USB-TMC, USB-CDC (виртуальный порт COM) LAN
	R&S®NGU-B105	IEEE-488 (GPIB)

## Общие сведения

### Условия окружающей среды

Температура	диапазон рабочих температур	от +5 °C до +40 °C
	диапазон температур хранения	от -20 °C до +70 °C
Относительная влажность	без конденсации	от 5 % до 95 %

### Номинальная мощность

Номинальное напряжение сети питания		100 В / 115 В / 230 В (± 10 %)
Частота сети питания		от 50 Гц до 60 Гц
Максимальная потребляемая мощность		400 Вт
Сетевые предохранители		2 × Т4.0Н/250 В

### Соответствие продукта

Электромагнитная совместимость	ЕС: в соответствии с Директивой по электромагнитной совместимости 2014/30/EU	применяемые стандарты: ▶ EN 61326-1 ▶ EN 55011 (класс А)
	Корея	Маркировка KC
Электробезопасность	ЕС: в соответствии с Директивой по низковольтному оборудованию 2014/35/EU	применяемый гармонизированный стандарт: EN 61010-1
	США, Канада	CSA-C22.2 No. 61010-1
RoHS	в соответствии с Директивой ЕС 2011/65/EU	EN 50581

### Механическое сопротивление

Вибрация	синусоидальная	от 5 Гц до 55 Гц, 0,3 мм (размах) от 55 Гц до 150 Гц, пост. ускорение 0,5 г, согласно EN 60068-2-6
	широкополосный шум	от 8 Гц до 500 Гц, ускорение: 1,2 г (СКЗ), согласно EN 60068-2-64
Ударное воздействие		ударный спектр 40 г, в соответствии с MIL-STD-810E, метод 516.4, процедура I

### Механические характеристики

Габариты	Ш × В × Г	222 мм × 97 мм × 436 мм
Масса		7,1 кг
Монтаж в стойку		опция R&S®HZN96
Рекомендуемый межкалибровочный интервал	эксплуатация 40 ч в неделю во всем диапазоне заданных условий окружающей среды	1 год

R&S®NGU201, вид спереди



R&S®NGU401, вид спереди



R&S®NGU201, вид сзади



# ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ЗАКАЗА

Обозначение	Тип	Код заказа
<b>Базовый блок</b>		
Двухквadrантный источник-измеритель	R&S®NGU201	3639.3763.02
Четырехквadrантный источник-измеритель	R&S®NGU401	3639.3763.03
<b>Поставляемые принадлежности</b>		
Набор кабелей питания, краткое руководство		
<b>Опции для R&amp;S®NGU201</b>		
Цифровые входы/выходы запуска	R&S®NGU-K103	3662.9335.02
Функция цифрового вольтметра (ЦВМ)	R&S®NGU-K104	3663.0390.02
Интерфейс IEEE-488 (GPIB)	R&S®NGU-B105	3661.0763.02
Имитация аккумулятора	R&S®NGU-K106	3663.0625.02
<b>Опции для R&amp;S®NGU401</b>		
Цифровые входы/выходы запуска	R&S®NGU-K103	3662.9335.02
Интерфейс IEEE-488 (GPIB)	R&S®NGU-B105	3661.0763.02
<b>Системные компоненты</b>		
Держатель для 19-дюймовой стойки, 2 HU	R&S®HZN96	3638.7813.02

<b>Гарантия</b>		
Базовый блок		3 года
Все остальные элементы <sup>1)</sup>		1 год
<b>Опции</b>		
Продление гарантийного срока на один год	R&S®WE1	
Продление гарантийного срока на два года	R&S®WE2	
Продление гарантийного срока на один год, включая ежегодную калибровку	R&S®CW1	
Продление гарантийного срока на два года, включая ежегодную калибровку	R&S®CW2	Обратитесь в местный офис продаж фирмы .
Продление гарантийного срока на один год, включая ежегодную калибровку в аккредитованном метрологическом центре	R&S®AW1	
Продление гарантийного срока на два года, включая ежегодную калибровку в аккредитованном метрологическом центре	R&S®AW2	

Архангельск (8182)63-90-72  
 Астана (7172)727-132  
 Астрахань (8512)99-46-04  
 Барнаул (3852)73-04-60  
 Белгород (4722)40-23-64  
 Брянск (4832)59-03-52  
 Владивосток (423)249-28-31  
 Волгоград (844)278-03-48  
 Вологда (8172)26-41-59  
 Воронеж (473)204-51-73  
 Екатеринбург (343)384-55-89  
 Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58  
 Иркутск (395)279-98-46  
 Казань (843)206-01-48  
 Калининград (4012)72-03-81  
 Калуга (4842)92-23-67  
 Кемерово (3842)65-04-62  
 Киров (8332)68-02-04  
 Краснодар (861)203-40-90  
 Красноярск (391)204-63-61  
 Курск (4712)77-13-04  
 Липецк (4742)52-20-81

Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13  
 Москва (495)268-04-70  
 Мурманск (8152)59-64-93  
 Набережные Челны (8552)20-53-41  
 Нижний Новгород (831)429-08-12  
 Новокузнецк (3843)20-46-81  
 Новосибирск (383)227-86-73  
 Омск (3812)21-46-40  
 Орел (4862)44-53-42  
 Оренбург (3532)37-68-04  
 Пенза (8412)22-31-16

Россия (495)268-04-70

Пермь (342)205-81-47  
 Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
 Рязань (4912)46-61-64  
 Самара (846)206-03-16  
 Санкт-Петербург (812)309-46-40  
 Саратов (845)249-38-78  
 Севастополь (8692)22-31-93  
 Симферополь (3652)67-13-56  
 Смоленск (4812)29-41-54  
 Сочи (862)225-72-31  
 Ставрополь (8652)20-65-13

Казахстан (772)734-952-31

Сургут (3462)77-98-35  
 Тверь (4822)63-31-35  
 Томск (3822)98-41-53  
 Тула (4872)74-02-29  
 Тюмень (3452)66-21-18  
 Ульяновск (8422)24-23-59  
 Уфа (347)229-48-12  
 Хабаровск (4212)92-98-04  
 Челябинск (351)202-03-61  
 Череповец (8202)49-02-64  
 Ярославль (4852)69-52-93