



Блок прецизионного источника-измерителя серии Agilent B2900

Руководство для пользователя



Agilent Technologies



**НАУЧНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ**
ГРУППА КОМПАНИЙ

Уведомления

© Agilent Technologies, Inc., 2011

Сведения, содержащиеся в настоящем Руководстве, носят исключительно информационный и рекомендательный характер. Ответственность за эксплуатацию оборудования и использование программного обеспечения Agilent Technologies несет пользователь в соответствии с применимым законодательством. Компания Agilent Technologies в настоящем Руководстве не предоставляет каких-либо юридических гарантий относительно оборудования и программного обеспечения Agilent Technologies, включая гарантии использования данного оборудования для определенных целей. При наличии ошибок в настоящем Руководстве необходимо обратиться к поставщику оборудования для избежания возможных убытков в связи с ненадлежащей эксплуатацией оборудования Agilent Technologies.

Без предварительного согласования и письменного разрешения компании Agilent Technologies, Inc. не допускается воспроизведение данного Руководства или его частей в любой форме и любыми средствами (включая электронные средства хранения и поиска информации, а также перевод на иностранный язык), как это регулируется законодательством США и международным авторским правом.

Издательская информация

Номер публикации: B2910-90010

Первое издание, март 2011 г.

Технические лицензии

Описанные в данном документе аппаратные и/или программные средства поставляются с лицензией. Их применение или копирование допускается только в соответствии с условиями такой лицензии.

Лицензионное программное обеспечение

Часть программного обеспечения этого изделия лицензируется на условиях доступной для общего пользования лицензии General Public License Version 2 ("GPLv2"). Текст лицензии и код источника можно найти на нашем сайте:

www.agilent.com/find/GPLV2

Содержание

Декларация соответствия	7
Общие указания мер безопасности	8
Символы техники безопасности	9
Электрическое питание и безопасность измерений	11
Утилизация и ликвидация изделий	12
1 Основные операции	14
1.1 Подача на выход постоянного напряжения	14
1.2 Выполнение измерения в точке	16
1.3 Выполнение измерений в режиме развертки	16
1.4 Типовые процедуры	18
1.5 Сводка операций на передней панели	19
2 Введение	25
2.1 Серия Agilent B2900	25
2.2 Передняя панель	26
2.3 Задняя панель	28
2.4 Блок источника-измерителя	29
2.4.1 Измеряемые параметры	29
2.4.2 Функция ограничения выхода (Limit/Compliance)	29
2.4.3 Пределы изменения выходных и измеряемых значений	30
2.5 Технические характеристики	33
2.5.1 Условия реализации технических характеристик	33
2.5.2 Технические характеристики источника	33
2.5.3 Технические характеристики при измерениях напряжения и тока	33
2.5.4 Дополнительные технические характеристики источника	35
2.5.5 Дополнительные характеристики импульсного источника	36
2.5.6 Дополнительные технические характеристики при измерениях напряжения и тока	36
2.5.7 Технические характеристики запуска и хронирования	37
2.5.8 Прочие дополнительные характеристики	38
2.5.9 Общие технические данные	41
2.6 Операции и функции	42
2.6.1 Дисплей и органы управления на передней панели	42
2.6.2 Возможности источника и измерительные возможности	43
2.6.3 Программирование и интерфейсы	44
2.7 Программное обеспечение и драйверы	45
2.8 Принадлежности	45
2.8.1 Прилагаемые принадлежности	45
2.8.2 Выпускаемые принадлежности	45
2.9 Опции	46
3 Установка	47
3.1 Обследование комплекта поставки	47
3.1.1 Проверка функционирования прибора Agilent B2900	48
3.1.2 Проверка наличия ошибок	48
3.2 Установка прибора Agilent B2900	49
3.2.1 Меры безопасности	49
3.2.2 Условия эксплуатации	49
3.2.3 Присоединение сетевого шнура	49
3.2.4 Установка частоты сетевого напряжения	49

3.2.5	Установка прибора на рабочем столе	50
3.2.6	Установка прибора в стойку	50
3.3	Технический уход	51
3.3.1	Очистка от загрязнений	51
3.3.2	Самопроверка	51
3.3.3	Самокалибровка	51
3.3.4	Калибровка	52
3.4	Присоединение объекта испытаний	52
3.4.1	Двухпроводная или четырехпроводная схема соединений	53
3.4.2	Плавающее присоединение	53
3.4.3	Применение измерительных кабелей	54
3.4.4	Применение контактирующего приспособления N1295A	55
3.4.5	Применение контактирующего приспособления 16442B	56
3.4.6	Защита от токов утечки	57
3.4.7	Измерение слабых токов	58
3.5	Монтаж цепи блокировки	58
3.6	Присоединение интерфейсов	61
3.6.1	Интерфейсы GPIB и LAN	61
3.6.2	Интерфейс LAN	62
3.7	Взаимодействие через локальную сеть	63
3.7.1	Применение графического Web-интерфейса	63
3.7.2	Применение сетевого теледоступа (Telnet)	64
3.7.3	Применение двунаправленных каналов связи (Sockets)	65
3.8	Применение цифрового ввода-вывода (Digital I/O)	65
4	Функции клавиш и дисплея	67
4.1	Клавиши фиксированного назначения и поворотная ручка	67
4.2	Режимы отображения и вспомогательные клавиши	69
4.2.1	Режим двухканального отображения (Dual View)	69
4.2.2	Режим одноканального отображения (Single View)	71
4.2.3	Режим отображения графиков (Graph View)	77
4.2.4	Режим графического отображения результатов регистрации данных (Roll View)	78
4.2.5	Индикация состояния	80
4.3	Функциональные клавиши	80
4.4	Группа клавиш Config	81
4.4.1	Диалоговое окно Output Connection	82
4.4.2	Диалоговое окно Output Filter	82
4.4.3	Диалоговое окно Sweep	83
4.4.4	Диалоговое окно Ranging	83
4.4.5	Диалоговое окно Wait Control	84
4.5	Группа клавиш Function	84
4.5.1	Диалоговое окно Math Expression	85
4.5.2	Диалоговое окно установки параметров комплексного допускового контроля	85
4.5.3	Диалоговое окно Limit Test Setup	86
4.5.4	Диалоговое окно Trace Buffer Setup	87
4.6	Группа клавиш Trigger	87
4.6.1	Диалоговое окно Trigger Configuration	88
4.7	Группа клавиш Result	89
4.7.1	Диалоговое окно Measure Result	90
4.7.2	Диалоговое окно Limit Test Result	90
4.7.3	Диалоговое окно Trace Statistical Result	91

4.8	Группа клавиш File	91
4.8.1	Диалоговое окно File Selection	92
4.9	Группа клавиш Program	92
4.10	Группа клавиш I/O	93
4.10.1	Формат вывода данных	93
4.10.2	Диалоговое окно Format (Measure)	94
4.10.3	Диалоговое окно Format (Math/Limit)	94
4.10.4	Диалоговое окно Format (Trace)	94
4.10.5	Диалоговое окно LAN Configuration	95
4.10.6	Диалоговое окно DIO Configuration	95
4.10.7	Диалоговое окно DIO Read/Write	96
4.11	Группа клавиш Display	96
4.12	Группа клавиш System	97
5	Подробное описание функций	99
5.1	Функция ограничения выхода (Limit/Compliance)	99
5.1.1	Полярность и область выхода	99
5.1.2	Установка уровня ограничения	100
5.2	Режим выбора предела измерения (воспроизведения)	100
5.2.1	Установка режима выбора предела	100
5.3	Время измерения	101
5.3.1	Апертурное время	101
5.3.2	Время выполнения служебных операций	101
5.3.3	Управление хронированием выхода источника и измерений	101
5.4	Вывод импульсов	102
5.4.1	Управление хронированием вывода импульсов и измерений	102
5.4.2	Установка параметров вывода импульсов	103
5.5	Вывод развертки	103
5.5.1	Установка параметров вывода развертки	104
5.6	Развертка по списку	104
5.7	Выходной фильтр	104
5.8	Защита от перенапряжения и токовой перегрузки	105
5.9	Состояние выключенного выхода	105
5.10	Функции автоматического включения и выключения выхода	105
5.11	Синхронный режим работы каналов	106
5.12	Режим большой емкости нагрузки	106
5.13	Измерение сопротивления	106
5.13.1	Компенсация сопротивления	106
5.14	Система запуска	107
5.14.1	Источник запуска	107
5.14.2	Действия устройства	109
5.14.3	Вывод сигналов запуска	109
5.14.4	Синхронные действия устройств	110
5.14.5	Действия запуска LXI	111

Сокращения и условные обозначения

AC	переменное напряжение, переменный ток
BIN	двоичный формат
Ch	канал
CSV	значения, разделяемые запятой (формат данных)
C-tick	маркировка 
DC	постоянное напряжение, постоянный ток
DEC	десятичный формат
DHCP	протокол динамической конфигурации хоста
DIO	цифровой ввод-вывод
DNS	служба имен доменов
DUT	объект испытаний (измерений)
EN	европейский стандарт
EOT	конец испытания
GNDU	блок опорного заземления
GPB	универсальная интерфейсная шина
GPIO	ввод-вывод общего назначения
HEX	шестнадцатиричный формат
IEC	Международная электротехническая комиссия (МЭК)
I/O	ввод-вывод (данных)
LAN	локальная сеть
LXI-C	расширенный интерфейс LAN, класс C
PLC	период сетевого напряжения
ppm	промилль (одна миллионная часть); $1 \text{ ppm} = 10^{-6} = 0,0001\%$
R/W	считывание-запись (данных)
SCPI	стандартные команды для программируемых приборов
SMT	технология поверхностного монтажа
SMU	блок источника-измерителя
SOT	конец испытания
USB	универсальная последовательная шина
VISA	архитектура программного обеспечения виртуальных приборов
WINS	служба имен Internet для Windows



Agilent Technologies

ДЕКЛАРАЦИЯ СООТВЕТСТВИЯ

согласно EN ISO/IEC 17050-1:2004



Изготовитель: Agilent Technologies Singapore (International) Pte. Ltd.

Адрес изготовителя: No. 1 Yishun Ave 7
SINGAPORE 768923
Singapore

Заявляет под свою исключительную ответственность, что в исходном состоянии поставки изделие:

Наименование изделия: Блок прецизионного источника-измерителя

Номер модели: Agilent B2901A / B2902A / B2911A / B2912A

Опции изделий: Эта Декларация охватывает все опции указанного выше изделия

соответствует существенным требованиям следующих применимых европейских Директив и снабжено маркировкой CE в соответствии с Директивами:

Директива для низковольтного оборудования (2006/95/EC)

Директива по электромагнитной совместимости (2004/108/EC)

и соответствует следующим стандартам:

ЭМС	Стандарт	Предельные значения
	IEC 61326-1:2005 / EN 61326-1:2006	
	CISPR 11:2003 / EN55011:1998+A1:1999+A2:2002	Класс А, группа 1
	IEC 61000-4-2:2008 / EN 61000-4-2:1995+A1:1998+A2:2001	4 кВ контактный разряд,
	IEC 61000-4-3:2006+A1:2007 / EN 61000-4-3:2002+A1:2002	8 кВ разряд в воздухе
	IEC 61000-4-4:2004 / EN 61000-4-4:2004	3 В/м (80 МГц ÷ 1 ГГц,
	IEC 61000-4-5:2008 / EN 61000-4-5:1995+A1:2001	1,4 ÷ 2 ГГц)
	IEC 61000-4-6:2008 / EN 61000-4-6:1996+A1:2001+A2:2006	1 В/м (2 ÷ 2,7 ГГц)
	IEC 61000-4-11:2004 / EN 61000-4-11:2004	0,5 кВ сигнальные провода,
		1 кВ провода питания
		0,5 кВ межфазное напряжение,
		1 кВ фаза относительно земли
		3 В (0,15 МГц ÷ 80 МГц)
		0% для 1/0,5 периода,
		0% для 250/300 периодов
		70% для 25/30 периодов
	Канада: ICES/NMB-001:2004	
	Австралия и Новая Зеландия: AS/NZS CISPR 11:2004	
Безопасность	IEC 61010-1:2001 / EN 61010-1:2001	
	Канада: CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1-04, C/US	

Дополнительная информация:

Изделие было испытано в типичной конфигурации с помощью испытательных систем компании Agilent Technologies.

Эта Декларация соответствия относится к перечисленным выше изделиям, поступающим на рынок ЕС после указанной ниже даты.

Год маркировки CE: '11

31 января 2011 г.

Дата

川路 利行

Toshiyuki Kawaji

QA Manager

Agilent Technologies



Соответствие законодательству ФРГ по ограничению уровня шума

Настоящим заявляется, что данное изделие соответствует требованиям законодательства ФРГ по ограничению шума оборудования (Постановление -3.GSGV).

- **Декларация изготовителя**

Уровень акустического шума $L_{pa} < 70$ дБ на рабочем месте в нормальных условиях эксплуатации согласно стандарту DIN 45635 T.19 (ISO 7779).

Общие указания мер безопасности

Изложенные ниже общие указания мер безопасности необходимо соблюдать на всех этапах работы с данным прибором. Несоблюдение этих указаний наряду с другими содержащимися в тексте предупредительными указаниями вступает в противоречие со стандартами безопасности, поддерживаемыми при разработке, изготовлении и применении прибора по назначению. Компания Agilent Technologies не несет ответственности за последствия несоблюдения пользователями этих мер предосторожности.

Техническая документация к изделию может поставляться на компакт-диске или в печатном виде. Печатная документация является дополнительной (необязательной) для многих изделий. Техническую документацию можно также найти на нашем сайте. Зайдите на сайт www.agilent.com и введите номер модели изделия в поле Search в верхней части страницы.

ПРИМЕЧАНИЕ

Не применяйте этот прибор иными способами, помимо описанных в данном Руководстве. Это может привести к ухудшению защитных функций прибора.

Этот прибор предназначен для применения **в помещении**.

Этот прибор соответствует **категории электрооборудования II** для сетевого ввода и **категории электрооборудования I** для входных измерительных гнезд, а также **категории загрязненности II** согласно определению стандарта IEC 61010-1.

Если на прибор нанесена маркировка CAT I (категория измерений I по классификации IEC) или не нанесена маркировка категории измерений, то на его входы нельзя подавать сетевое напряжение.

- **Предупреждения в отношении опасных процедур**

Соблюдайте предупредительные указания, один из примеров которых приведен ниже. Описанные в данном Руководстве процедуры оберегают вас от потенциальной опасности. Соблюдайте инструкции, содержащиеся в предупредительных указаниях.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Когда замкнут контактный вывод Interlock, на гнездах Force, Guard и Sense может появляться опасное напряжение. Размыкайте вывод Interlock, когда доступны гнезда Force, Guard и Sense. Тогда напряжение на этих гнездах будет ограничиваться уровнем ± 42 В.

- **Перед подачей питания**

Проверьте соблюдение всех мер предосторожности. Выполните все соединения с прибором перед тем, как подавать питание. Обратите внимание на маркировки прибора, описанные в разделе "Символы техники безопасности".

- **Заземлите прибор**

Этот прибор относится к классу безопасности 1. Чтобы свести к минимуму опасность поражения электрическим током, следует заземлить шасси и кожух прибора. Гнездо для подключения сетевого кабеля и сам сетевой кабель соответствуют стандартам Международной электротехнической комиссии (IEC).

- **Не работайте с прибором во взрывоопасной атмосфере**

Не работайте с прибором при наличии в атмосфере воспламеняющихся газов или паров. Применение любого электрического прибора в такой среде создает определенную угрозу безопасности.

- **Держитесь в удалении от цепей, которые находятся под напряжением**

Оператор не должен снимать кожух прибора. Замену компонентов и внутренние регулировки должен выполнять только квалифицированный персонал технического сервиса.

Не заменяйте компоненты, когда присоединен сетевой кабель. При некоторых условиях внутри прибора может действовать опасное напряжение даже тогда, когда отсоединен сетевой кабель. Во избежание травм обязательно отсоединяйте электропитание и разряжайте цепи, прежде чем прикасаться к ним.

- **Не пытайтесь манипулировать с внутренними компонентами или производить настройку прибора в одиночку**

Такого рода операции следует выполнять в присутствии напарника, способного оказать первую помощь при несчастном случае и сделать пострадавшему искусственное дыхание.

- **Не вносите в прибор технические изменения**

Не устанавливайте самостоятельно запасные части и не вносите в прибор несанкционированные технические изменения. В интересах поддержания состояния безопасности прибора отправляйте его в случае необходимости в сервисный центр компании Agilent Technologies для технического обслуживания или ремонта.

- **Не работайте с поврежденными приборами**

Приборы, имеющие признаки повреждения или неисправности, следует вывести из эксплуатации и принять меры, исключающие возможность их применения, пока они не будут отремонтированы квалифицированным персоналом технического сервиса.

Символы техники безопасности

Ниже перечислены определения символов техники безопасности, которые нанесены на прибор или применяются в технической документации.



Постоянный ток



Переменный ток



Клемма провода защитного заземления. Служит для защиты от поражения электрическим током в случае неполадки. Эта клемма должна быть соединена с землей перед началом эксплуатации оборудования.



Клемма рамы или шасси. Соединение с рамой (шасси) оборудования, имеющего оголенные (незащищенные) металлические конструкции.



Контактный вывод при потенциале земли



Включение питания



Выключение питания



Символ переключения прибора в режим дежурного питания (Stand-by). Прибор не отсоединен полностью от сети переменного тока, когда нажат этот выключатель.



Кнопка бистабильного переключателя находится в утопленном положении.



Кнопка бистабильного переключателя находится в выступающем положении.



Предостережение: опасность поражения электрическим током. Не прикасайтесь к выводам, обозначенным этим символом, когда включено оборудование.



Предостережение: горячая поверхность. Во избежание ожогов не трогайте руками.



Предостережение. Этот символ указывает на необходимость обращения к технической документации.

CAT I

Категория измерений I по классификации Международной электротехнической комиссии (IEC).

Предупредительные указания

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Это ключевое слово обозначает опасность и привлекает внимание пользователя к описаниям процедур, методик или условий, несоблюдение которых может привести к травмам персонала вплоть до смертельного исхода.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Это ключевое слово обозначает опасность и привлекает внимание пользователя к описаниям процедур, методик или условий, несоблюдение которых может привести к повреждению оборудования.

Нормативная маркировка



Маркировка CE указывает на то, что данное изделие соответствует требованиям официальных европейских Директив.



Это зарегистрированная торговая марка Канадской ассоциации по стандартизации.



Это зарегистрированная торговая марка Австралийского агентства по контролю за спектром. Это означает соответствие с положениями австралийского стандарта по электромагнитной совместимости в терминах Закона о радиосвязи.

ICES/NMB-001

Эта маркировка указывает на то, что данный прибор соответствует требованиям канадского стандарта ICES-001.

ISM GROUP 1 CLASS A

Это символ группы 1, класса A изделий, относящихся к промышленному, научному и медицинскому оборудованию (CISPR 11).



Закон КНР об ограничении применения опасных материалов – этикетка экологически безопасных изделий.



Закон КНР об ограничении применения опасных материалов – экологически безопасный период применения 40 лет.



Маркировка КНР упаковочных материалов на бумажной основе; картон и гофрированный картон.



Обозначение полимерных материалов

Электрическое питание и безопасность измерений

- Безопасность электрического питания

Этот прибор может выводить высокое напряжение и значительный ток. Следите за тем, чтобы нагрузка или объект испытаний были в состоянии безопасно выдерживать выходной ток и выходное напряжение. Кроме того, примите меры к тому, чтобы соединительные провода могли безопасно выдерживать ожидаемый ток и обладали достаточной изоляцией для ожидаемого напряжения.

Выходы прибора можно присоединять так, чтобы они имели плавающий потенциал относительно земли. На приборе (у выходных гнезд и у гнезда соединения с шасси прибора) имеется маркировка требований к изоляции или допустимого плавающего напряжения.

- Безопасность измерений напряжения и тока

Мультиметры и другие приборы, способные измерять высокие напряжения и токи, должны соответствовать определенным требованиям безопасности ввиду характера цепей, к которым они могут быть присоединены. Для безопасного применения этих приборов вы должны принять во внимание маркировку у входных гнезд прибора, обозначающую предельно допустимые значения напряжения и тока, а также категорию измерений по классификации IEC.

- Предельно допустимые значения напряжения и тока

Мультиметры Agilent и другие измерительные приборы содержат защитные схемы, предотвращающие повреждение прибора и обеспечивающие защиту оператора от поражения электрическим током при условии, что не превышаются предельно допустимые значения напряжения и тока. Для обеспечения безопасной эксплуатации прибора не допускайте превышения предельно допустимых значений, указанных на входных гнездах.

- Гнезда Source/Measure

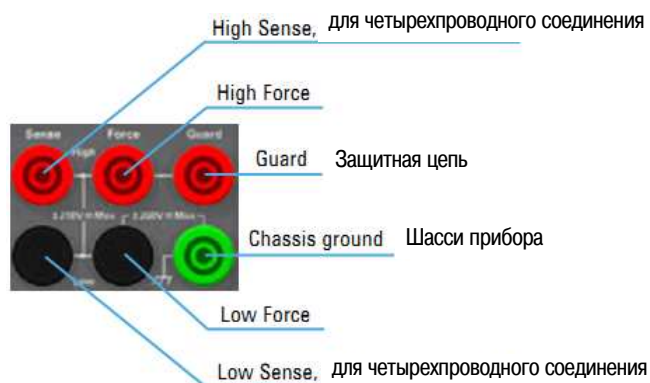
Блок источника-измерителя (SMU) может одновременно подавать на выход постоянное напряжение или ток и выполнять измерения. Типичный блок источника-измерителя имеет гнезда Force (выход), Sense (измерительный вход) и Guard (защитная цепь), как показано ниже. Обычно гнезда Force, Sense и Guard имеют одинаковый потенциал. У этих гнезд обозначено предельно допустимое напряжение.

Гнезда Force и Sense должны присоединяться к объекту испытаний в четырехпроводной схеме (кельвиновское соединение), позволяющей снизить погрешность измерений при высоком токе и низком сопротивлении. При двухпроводном соединении присоедините только гнездо Force и не присоединяйте гнездо Sense, которое должно оставаться свободным.

Гнездо Guard следует присоединить к защитному экрану, который охватывает высокопотенциальные соединения объекта испытаний для уменьшения тока утечки. В ином случае гнездо Guard должно оставаться свободным.

Гнездо шасси прибора (зеленое) следует присоединить к заземляющему экрану, который охватывает объект испытаний вместе с защитным экраном для минимизации помех. В ином случае гнездо шасси должно оставаться свободным.

На следующем рисунке показаны гнезда источника и измерительные гнезда прибора Agilent B2900. У этого прибора имеют одинаковый потенциал гнезда High Force (высокопотенциальный выход источника), High Sense (высокопотенциальный измерительный вход) и Guard (гнездо защитной цепи). Одинаковый потенциал имеют также гнезда Low Force (низкопотенциальный выход источника) и Low Sense (низкопотенциальный измерительный вход).



Опасное высокое напряжение

Прибор Agilent B2900 может выводить опасное напряжение (± 210 В) на гнезда Force, Guard и Sense. Для предотвращения опасности поражения электрическим током при работе с прибором Agilent B2900 следует соблюдать следующие указания.

- Применяйте трехпроводной сетевой шнур для присоединения прибора к сетевой розетке с защитным контактом, обеспечивающей заземление прибора.
- Подготовьте экранированную коробку, которая должна закрывать присоединение к объекту испытаний. Эта коробка должна быть оборудована цепью блокировки, которая размыкается при открывании дверцы.
- Перед выполнением измерений присоедините цепь блокировки к контактному выводу блокировки (Interlock) прибора.
- Периодически проверяйте функционирование цепи блокировки.
- Перед тем, как прикасаться к соединениям гнезд Force, Guard и Sense, выключите прибор и разрядите все конденсаторы в измерительном тракте. Если вы не выключаете прибор, то выполните **все** операции по перечисленным ниже пунктам независимо от установки параметров прибора.
 - ◆ Нажмите выключатель On/Off, чтобы выключить выход источника, и убедитесь в том, что он выключен.
 - ◆ Убедитесь в том, что не светится индикатор высокого напряжения.
 - ◆ Откройте дверцу экранирующей коробки (при этом размыкается цепь блокировки).
 - ◆ Разрядите конденсаторы, если к блоку SMU присоединена емкость.
- Предупредите находящихся вблизи прибора сотрудников об опасных условиях.

Утилизация и ликвидация изделий

Директива 2002/96/ЕС по обращению с отходами электрического и электронного оборудования (WEEE)

Этот прибор соответствует требованиям Директивы ЕС по маркировке WEEE (2002/96/ЕС). Прикрепленная к нему этикетка указывает на недопустимость ликвидации этого электронного изделия вместе с бытовыми отходами.

Категория изделия:

Согласно Приложению 1 к Директиве WEEE, это изделие классифицируется как "контрольно-измерительное оборудование". К нему прикреплена следующая этикетка:



Не выбрасывать вместе с бытовым мусором!

Для возврата отслуживших изделий обращайтесь в местное представительство компании Agilent Technologies. За дополнительной информацией обращайтесь на наш сайт:

www.agilent.com/environment/product/

Люминесцентная лампа подсветки ЖК дисплея

Некоторые изделия компании Agilent Technologies имеют жидкокристаллический дисплей, снабженный люминесцентной лампой подсветки, которая содержит ртуть. Такие лампы требуют особого обращения и должны утилизироваться с соблюдением соответствующих предписаний. За информацией по утилизации и ликвидации люминесцентных ламп, содержащихся в изделиях компании Agilent Technologies, обращайтесь на сайт:

<http://www.agilent.com/environment/mercury.shtml>

Если у вас есть дополнительные вопросы, просим вас посетить сайт:

<http://www.agilent.com/go/contactus>

Информация в отношении перхлората

Изделия, содержащие перхлорат, требуют особого обращения. Посетите следующий сайт:

<http://www.dtsc.ca.gov/hazardouswaste/perchlorate/>

Батарея поддержки встроенных часов или пуговичный элемент питания может содержать перхлорат. Этот материал требует особого обращения при утилизации или ликвидации в штате Калифорния.

Содержание данного Руководства

Данное Руководство для пользователя описывает операции на передней панели, установку и функции прецизионного блока источника-измерителя (SMU) Agilent Technologies B2900. Этот документ содержит следующие главы.

- Глава 1 "Основные операции"

В этой главе содержится краткое описание основных операций управления прибором Agilent B2900 с передней панели.

- Глава 2 "Введение"

В этой главе приведено общее описание приборов Agilent B2900, приведены технические характеристики, а также описаны принадлежности и опции этих приборов.

- Глава 3 "Установка"

Эта глава содержит указания по установке прибора и присоединению объекта испытаний к контактирующему приспособлению.

- Глава 4 "Функции клавиш и дисплея"

В этой главе описаны органы управления (клавиши) на передней панели и графический пользовательский интерфейс.

- Глава 5 "Подробное описание функций"

В этой главе описан ряд функций и начальных установок параметров прибора Agilent B2900.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для получения дополнительной информации о программном обеспечении, технической поддержке и электронной документации зайдите на сайт www.agilent.com и введите номер модели вашего изделия в поле Search в верхней части страницы.

1 Основные операции

В этой главе описаны основные операции при работе с прибором Agilent B2900. Прежде чем приступить к подробному описанию прибора, мы познакомим вас с основными процедурами работы с прибором. Для выполнения этих операций требуется только сам прибор B2900 и сетевой шнур. При освоении этих операций оставьте измерительные гнезда свободными.

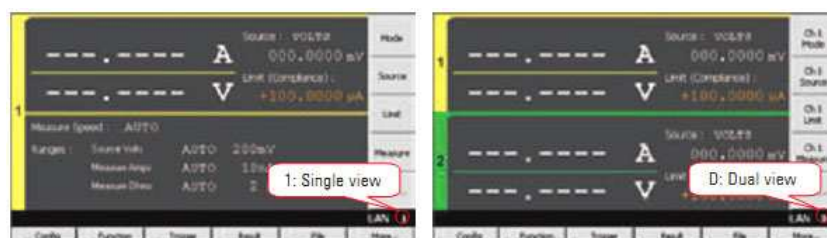
Эта глава содержит следующие разделы:

- 1.1 Подача на выход постоянного напряжения
- 1.2 Выполнение измерения в точке
- 1.3 Выполнение измерений в режиме развертки
- 1.4 Типовые процедуры
- 1.5 Сводка операций на передней панели

ПРИМЕЧАНИЕ Включение прибора B2900

1. Присоедините сетевой шнур от сетевого гнезда на задней панели прибора B2900 к сетевой розетке.
2. Нажмите кнопку сетевого выключателя  на передней панели.

Производится начальная загрузка и самопроверка прибора B2900. После нормального завершения начальной загрузки дисплей прибора приобретает показанный ниже вид. Это может быть одноканальное отображение (Single view) у одноканальной модели или двухканальное отображение (Dual view) у двухканальной модели.



ПРИМЕЧАНИЕ Присоединение объекта испытаний

Если вы хотите присоединить объект испытаний, обращайтесь к разделу 3.4.

1.1 Подача на выход постоянного напряжения

Прибор B2900 может применяться в качестве источника постоянного напряжения или постоянного тока. Ниже описана процедура конфигурирования прибора B2900 в качестве источника напряжения и подачи на выход напряжения +500 мВ.

1. Установка режима источника (выход напряжения)

1. Нажмите вспомогательную клавишу **Mode** у одноканального прибора или вспомогательную клавишу **Ch1 Mode** у двухканального прибора.

На режиме Source появляется указатель поля, а индикация состояния изменяется на EDIT (зеленого цвета). Индицируется состояние **EDIT**.

2. Нажмите вспомогательную клавишу **VOLTS (V)** либо воспользуйтесь поворотной ручкой или клавишами-стрелками **◀** и **▶**, чтобы задать режим; затем нажмите ручку, чтобы зафиксировать установку.

Индикация состояния изменяется на MOVE (синего цвета). Индицируется состояние **MOVE**.



2. Установка значения Source (значения выходного напряжения)

1. Нажмите вспомогательную клавишу **Source** у одноканального прибора или вспомогательную клавишу **Ch1 Source** у двухканального прибора. Либо воспользуйтесь поворотной ручкой или клавишами-стрелками ◀ и ▶, чтобы поместить указатель поля на значение Source, и нажмите ручку. На значении Source появляется указатель поля, а индикация состояния изменяется на EDIT (зеленого цвета).



2. Вращайте поворотную ручку по часовой стрелке, чтобы увеличить значение, или против часовой стрелки, чтобы уменьшить значение. Установите нужное значение.

Когда вы нажимаете клавишу-стрелку, на некоторой цифре появляется цифровой указатель. Вращение поворотной ручки приводит к изменению этой цифры или к перемещению десятичной точки, если на ней находится цифровой указатель.

3. Нажмите поворотную ручку, чтобы зафиксировать значение. Индикация состояния изменяется на MOVE (синего цвета).

Для установки значения Source можно также пользоваться буквенно-цифровыми клавишами и вспомогательными клавишами выбора единицы измерения, как это описано ниже для установки значения Limit.

В этом примере установлено значение Source на +500 мВ.



3. Установка значения Limit (уровень ограничения тока)

1. Нажмите вспомогательную клавишу **Limit** у одноканального прибора или вспомогательную клавишу **Ch1 Limit** у двухканального прибора. Либо воспользуйтесь поворотной ручкой или клавишами ◀ и ▶, чтобы поместить указатель поля на значение Limit, и нажмите ручку. На значении Limit появляется указатель поля, а индикация состояния изменяется на EDIT (зеленого цвета).



2. Чтобы установить нужное значение, пользуйтесь поворотной ручкой, клавишами-стрелками или буквенно-цифровыми клавишами.



3. Нажмите одну из вспомогательных клавиш выбора единицы измерения, чтобы установить единицу измерения и зафиксировать значение. Индикация состояния изменяется на MOVE (синего цвета).




В этом примере установлено значение Limit на 1 мА.

4. Включение канала

Нажмите кнопку выключателя Ch1 , чтобы включить канал 1. Кнопка подсвечивается зеленым. Канал 1 начинает выводить напряжение, заданное установкой параметра Source.

5. Выключение канала

Чтобы выключить канал 1, снова нажмите кнопку выключателя Ch1 . При этом гаснет подсветка этой кнопки.

1.2 Выполнение измерения в точке

Прибор В2900 можно применять в качестве измерителя постоянного напряжения или тока. Ниже описана процедура точечного измерения тока.

1. Установка режима измерения (измерение тока)

Нажмите вспомогательную клавишу **Measure** у одноканального прибора или вспомогательную клавишу **Ch1 Measure** у двухканального прибора. Затем нажмите вспомогательную клавишу **AMPS (I)**.

Для установки режима измерений можно также пользоваться поворотной ручкой и клавишами-стрелками аналогично тому, как это описано выше в разделе 1.1 для установки режима Source.

2. Включение канала

Нажмите кнопку выключателя Ch1 , чтобы включить канал 1. Кнопка подсвечивается зеленым. Канал 1 начинает выводить напряжение, заданное установкой параметра Source.

3. Запуск измерения

Нажмите клавишу **Trigger**, чтобы запустить однократное измерение.

Нажмите клавишу **Auto**, чтобы запустить повторяющиеся измерения.

Результаты измерений индицируются в левой части экрана.

Ниже показан пример индикации результатов измерения при наличии резистора 1 кОм, подключенного между гнездами High Force и Low Force канала 1.



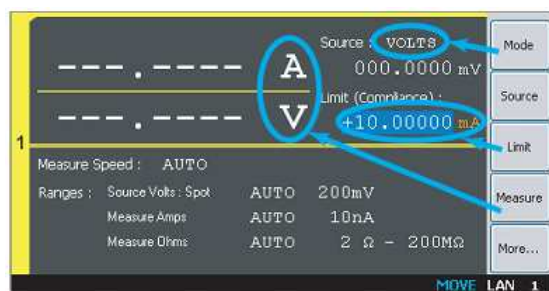
4. Выключение канала

Чтобы выключить канал 1, нажмите кнопку выключателя Ch1 . При этом гаснет подсветка этой кнопки.

1.3 Выполнение измерений в режиме развертки

Прибор В2900 поддерживает измерения в режиме развертки. В следующем примере выводится ступенчатое напряжение развертки и измеряется ток на каждой ступеньке напряжения.

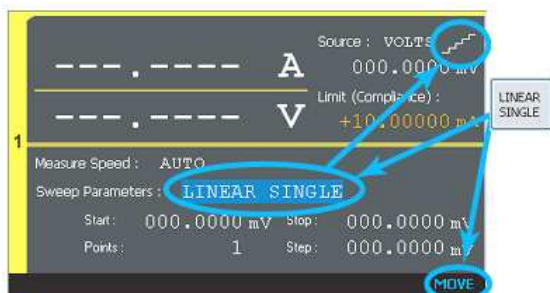
1. Нажмите клавишу **View**, чтобы перейти в режим одноканального отображения.
2. Установите режим Source, значение Limit и режим измерения, как описано выше в разделах 1.1 и 1.2. В этом примере задается вывод напряжения, предельное значение тока 10 мА и измерения тока и напряжения.



3. Установка параметров развертки (Sweep)

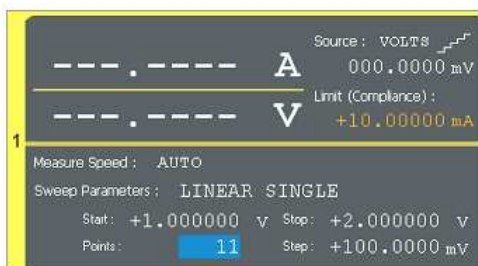
1. Нажмите вспомогательную клавишу **More**, чтобы изменить набор вспомогательных клавиш.
2. Нажмите вспомогательную клавишу **Show Sweep**, чтобы вызывать на экран параметры развертки.
3. Нажмите поворотную ручку, чтобы изменить состояние на EDIT (индикация зеленого цвета).
4. Нажмите вспомогательную клавишу **LINEAR SINGLE**, чтобы установить режим однократной линейной развертки.

Индикатор формы источника отображает ступенчатую пиктограмму, а индикация состояния изменяется на MOVE (синего цвета).



5. С помощью поворотной ручки, клавиш-стрелок или буквенно-цифровых клавиш установите начальное значение развертки (Start), конечное значение развертки (Stop) и размер ступени развертки (Step) или количество ступеней развертки (Points).

В этом примере установлены значения Start = 1 В, Stop = 2 В и Points = 11.



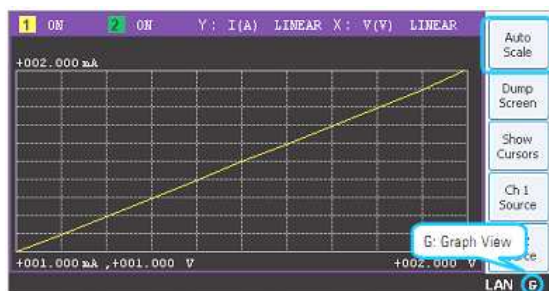
4. Нажмите клавишу **View**, чтобы перейти в режим отображения графика (Graph).

5. Включение канала

Нажмите кнопку выключателя Ch1 , чтобы включить канал 1. Кнопка подсвечивается зеленым. Канал 1 начинает выводить напряжение, заданное установкой параметра Source.

6. Нажмите клавишу **Trigger**, чтобы запустить измерения в режиме развертки. Результаты измерений отображаются на графике.
7. Нажмите вспомогательную клавишу **Auto Scale**, чтобы установить оптимальный масштаб отображения графика.

Ниже показан пример отображения результатов измерений при наличии резистора 1 кОм, подключенного между гнездами High Force и Low Force канала 1.



8. Выключение канала

Чтобы выключить канал 1, нажмите кнопку выключателя Ch1 . При этом гаснет подсветка этой кнопки.

1.4 Типовые процедуры

В этом разделе схематично представлены типовые процедуры (операции с клавишами) и варианты индикации состояния:

- Изменение режима отображения
- Редактирование установок параметров
- Индикация состояния

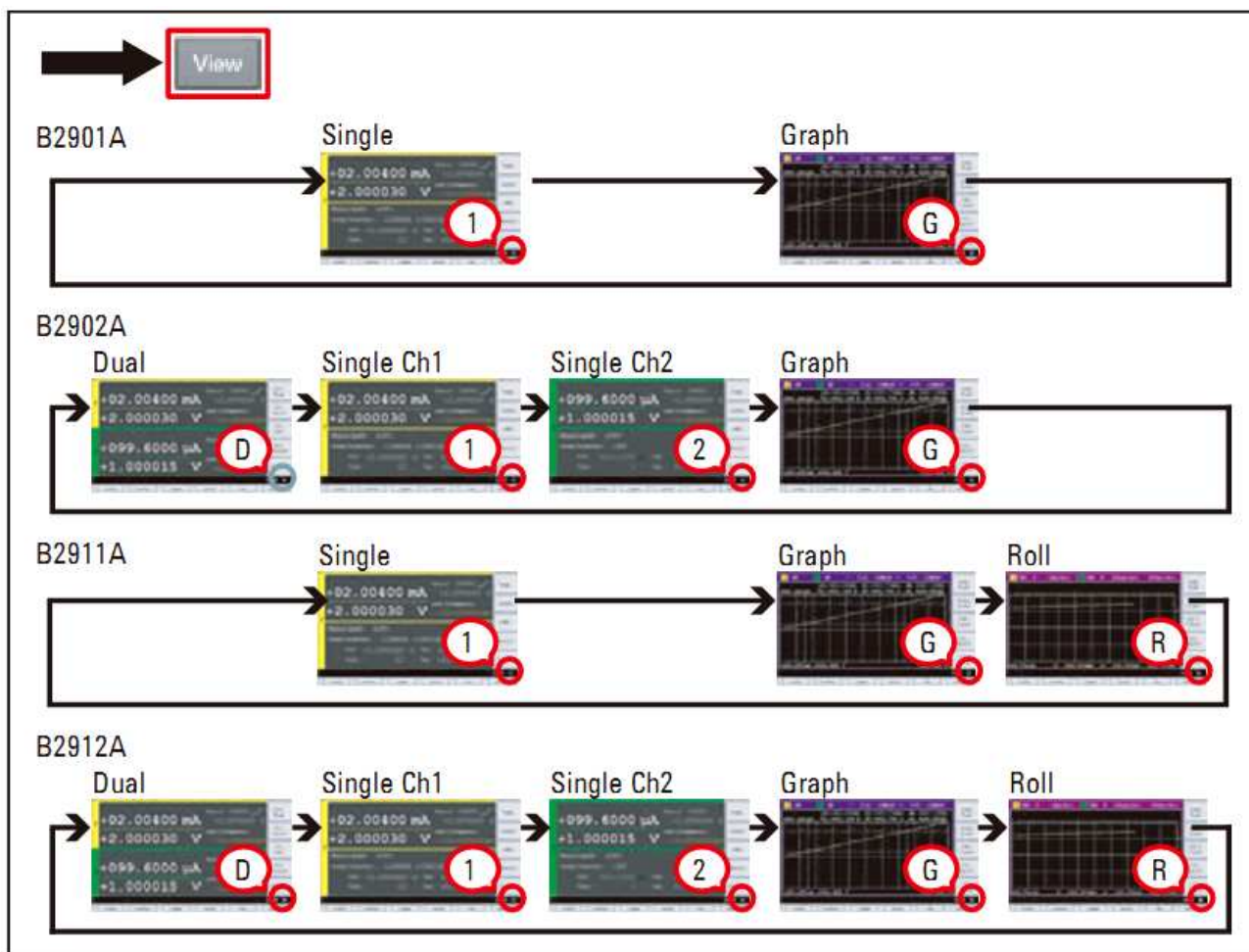


Рис. 1-1 Изменение режима отображения

За подробным описанием режимов отображения обращайтесь к разделу 4.2.

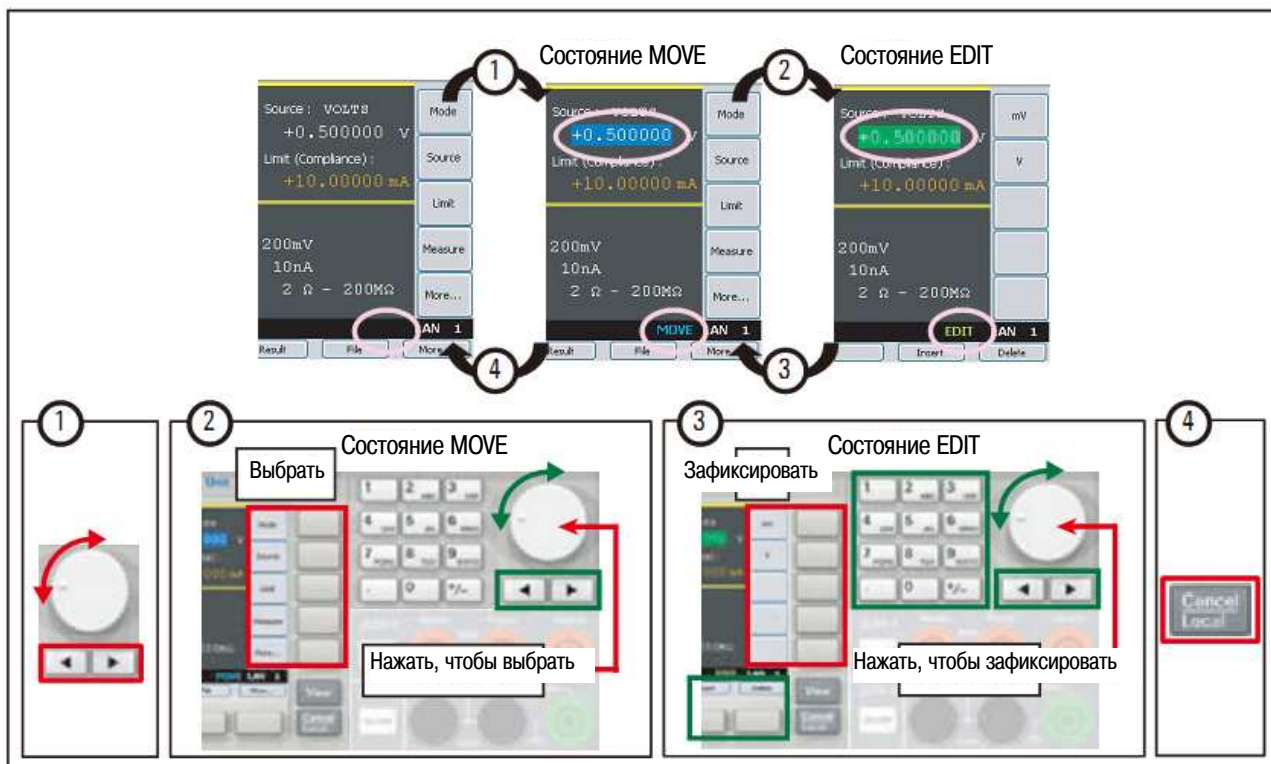


Рис. 1-2 Редактирование установок параметров

За подробным описанием клавиш на передней панели обращайтесь к разделу 4.1.



Рис. 1-3 Индикация состояния

За подробным описанием индикаторов состояния обращайтесь к подразделу 4.2.5.

1.5 Сводка операций на передней панели

В этом разделе приведена сводка операций на передней панели прибора B2900.

- Базовые операции
- Установка параметров каналов
- Установка параметров источника
- Установка измерительных параметров
- Установка параметров отображения
- Операции с файлами
- Разные функции
- Установка параметров интерфейсов
- Установка системных параметров и системные операции

Подробное описание операций на передней панели приведено в главе 4.

Таблица 1-1 Базовые операции

Задача	Соответствующие органы управления
Включение и выключение прибора B2900	Сетевой выключатель
Изменение режима отображения	Клавиша View
Включение и выключение определенного канала	Выключатель Ch1 On/Off или Ch2 On/Off
Отмена предыдущей операции установки параметров	Клавиша Cancel/Local
Возврат к меню верхнего уровня функциональной клавиши или экранной клавиши	Клавиша Cancel/Local
Возврат в состояние локального управления из состояния дистанционного управления	Клавиша Cancel/Local
Запуск однократного измерения (операция вывода и измерения)	Клавиша Trigger
Запуск повторяющихся измерений (операция вывода и измерения)	Клавиша Auto
Перемещение указателя поля	Поворотная ручка или клавиши ◀ и ▶
Перемещение указателя цифрового разряда	Поворотная ручка или клавиши ◀ и ▶
Переключение состояния EDIT/MOVE	Поворотная ручка в поле установки параметров
Выбор значения параметра	Вспомогательные клавиши, поворотная ручка или клавиши ◀ и ▶

Таблица 1-2 Установка параметров каналов

Задача	Соответствующие органы управления
Включение и выключение определенного канала	Выключатель Ch1 On/Off или Ch2 On/Off
Выбор измерительной конфигурации: двухпроводная или четырехпроводная	Функциональные клавиши Config > Source > Connection
Выбор состояния низкопотенциального гнезда: заземленное или плавающее	Функциональные клавиши Config > Source > Connection
Включение и выключение режима большой емкости нагрузки	Функциональные клавиши Config > Source > Connection
Включение и выключение защиты от перенапряжения и токовой перегрузки	Функциональные клавиши Config > Source > Connection
Включение и выключение компенсации сопротивления	Функциональные клавиши Config > Measure > R Comp
Включение и выключение синхронного режима работы двух каналов	Функциональные клавиши Config > Common > Group

Таблица 1-3 Установка параметров источника

Задача	Соответствующие органы управления
Включение и выключение выхода источника	Выключатель Ch1 On/Off или Ch2 On/Off
Выбор режима вывода для источника	Вспомогательная клавиша Mode, Ch1 Mode или Ch2 Mode
Установка выходного значения источника	Вспомогательная клавиша Source, Ch1 Source или Ch2 Source
Установка предельного значения (уровня ограничения выхода)	Вспомогательная клавиша Limit, Ch1 Limit или Ch2 Limit

(продолжение на след. стр.)

Таблица 1-3 Установка параметров источника (продолжение)

Задача	Соответствующие органы управления
Установка режима выбора предела у источника постоянного напряжения или тока	Вспомогательная клавиша Speed или вспомогательная клавиша Hide Sweep / Pulse / Trigger в режиме отображения Single
Установка источника развертки	Вспомогательная клавиша Show Sweep в режиме отображения Single
Установка источника развертки по списку	Вспомогательная клавиша Edit в состоянии EDIT для развертки по списку (LIST); поле Start/Stop/Points
Установка режима выбора диапазона источника развертки	Функциональные клавиши Config > Source > Sweep
Установка направления развертки	Функциональные клавиши Config > Source > Sweep
Установка выходного значения источника после развертки	Функциональные клавиши Config > Source > Sweep
Установка импульсного источника	Вспомогательная клавиша Show Pulse в режиме отображения Single
Установка времени ожидания источника	Функциональные клавиши Config > Common > Wait
Установка выходного фильтра	Функциональные клавиши Config > Source > Filter
Выбор состояния выхода после выключения	Функциональные клавиши Config > Source > Connection
Ввод в действие и отмена автоматического включения выхода	Функциональные клавиши Config > Source > Connection
Ввод в действие и отмена автоматического выключения выхода	Функциональные клавиши Config > Source > Connection

Таблица 1-4 Установка измерительных параметров

Задача	Соответствующие органы управления
Включение и выключение определенного канала	Выключатель Ch1 On/Off или Ch2 On/Off
Выбор режима измерения	Вспомогательная клавиша Measure, Ch1 Measure или Ch2 Measure
Установка скорости измерений (времени измерения)	Вспомогательная клавиша Speed в режиме отображения Single
Установка режима выбора предела измерения	Вспомогательная клавиша Speed или вспомогательная клавиша Hide Sweep / Pulse / Trigger в режиме отображения Single
Определение операции автоматического выбора предела измерения	Функциональные клавиши Config > Measure > Ranging
Установка времени ожидания измерения	Функциональные клавиши Config > Common > Wait

Таблица 1-5 Установка параметров отображения

Задача	Соответствующие органы управления
Изменение режима отображения	Клавиша View
Изменение цветового набора	Функциональные клавиши Display > Color
Включение режима увеличения масштаба отображения (zoom-in)	Функциональные клавиши Display > Zoom > ON
Выключение режима увеличения масштаба отображения	Вспомогательная клавиша Zoom Out для состояния отображения zoom-in
Изменение количества разрядов индикации данных	Функциональные клавиши Display > Digits
Включение и выключение дисплея на передней панели в состоянии дистанционного управления	Функциональные клавиши Display > Remote

Таблица 1-6 Операции с файлами

Задача	Соответствующие органы управления
Сохранение данных результатов измерения в памяти USB	Функциональные клавиши File > Save > Measure
Сохранение результатов математической обработки данных в памяти USB	Функциональные клавиши File > Save > Math
Сохранение результатов допускового контроля в памяти USB	Функциональные клавиши File > Save > Limit Test
Сохранение данных буфера регистрации данных в памяти USB	Функциональные клавиши File > Save > Trace
Сохранение данных установки системных параметров в памяти USB	Функциональные клавиши File > Save > Config
Сохранение данных снимка экрана в памяти USB	Вспомогательная клавиша Dump Screen в режиме отображения Graph или Roll
Загрузка данных установки системных параметров из памяти USB	Функциональные клавиши File > Load > Config
Загрузка данных развертки по списку из памяти USB	Вспомогательная клавиша Load в состоянии EDIT для поля Start/Stop/Points развертки по списку (LIST)

Таблица 1-7 Разные функции

Задача	Соответствующие органы управления
Вывод на индикацию результата измерений	Функциональные клавиши Result > Measure
Применение математического выражения	Функциональные клавиши Function > Math
Вывод на индикацию результата математической обработки данных	Функциональные клавиши Result > Measure
Установка параметров допускового контроля	Функциональные клавиши Function > Limit Test
Вывод на индикацию результатов допускового контроля	Функциональные клавиши Result > Limit Test
Установка параметров буфера регистрации данных	Функциональные клавиши Function > Trace
Вывод на индикацию статистических результатов регистрации данных	Функциональные клавиши Result > Trace
Выбор программной памяти	Функциональные клавиши Program > Catalog
Управление программной памятью	Функциональные клавиши Program > Control

(продолжение на след. стр.)

Таблица 1-7 Разные функции (продолжение)

Задача	Соответствующие органы управления
Упрощенная установка параметров запуска	Вспомогательная клавиша Show Trigger в режиме отображения Single
Полная установка параметров запуска	Функциональные клавиши Function > Trigger > Config
Управление системой запуска	Функциональные клавиши Function > Trigger > Initiate/Abort/Immediate

Таблица 1-8 Установка параметров интерфейсов

Задача	Соответствующие органы управления
Задание элементов измерительных данных	Функциональные клавиши I/O > Format > Measure
Задание элементов данных математических операций и допускового контроля	Функциональные клавиши I/O > Format > Math/Limit
Задание элементов статистических данных регистрации	Функциональные клавиши I/O > Format > Trace
Выбор формата вывода данных	Функциональные клавиши I/O > Format > Data Type
Включение и выключение инверсии порядка следования байтов двоичных данных	Функциональные клавиши I/O > Format > Byte Swap
Установка конфигурации LAN	Функциональные клавиши I/O > LAN > Config
Вывод на экран индикации состояния интерфейса LAN	Функциональные клавиши I/O > LAN > Status
Переустановка всех соединений LAN	Функциональные клавиши I/O > LAN > Reset
Восстановление принятой по умолчанию установки параметров LAN	Функциональные клавиши I/O > LAN > Default
Вывод на экран индикации состояния интерфейса USB	Функциональные клавиши I/O > USB
Установка адреса GPIB	Функциональные клавиши I/O > GPIB
Вывод на экран индикации состояния интерфейса GPIB	Функциональные клавиши I/O > GPIB
Установка конфигурации цифрового ввода-вывода	Функциональные клавиши I/O > DIO > Config
Считывание и запись значения, установленного на цифровой ввод-вывод	Функциональные клавиши I/O > DIO > R/W

Таблица 1-9 Установка системных параметров и системные операции

Задача	Соответствующие органы управления
Установка частоты сетевого напряжения	Функциональные клавиши System > PLC
Инициализация прибора В2900	Функциональные клавиши System > Reset
Выполнение самокалибровки	Функциональные клавиши System > Cal/Test > Self-Cal
Выполнение самопроверки	Функциональные клавиши System > Cal/Test > Self-Test
Проверка наличия ошибок	Функциональные клавиши System > Error > Log
Удаление сообщений об ошибках	Функциональные клавиши System > Error > Clear
Удаление метки времени	Функциональные клавиши System > Timestamp > Clear
Установка автоматического удаления меток времени	Функциональные клавиши System > Timestamp > Auto CLR
Установка режима работы прибора после включения питания	Функциональные клавиши System > More > Start-up
Включение и отключение звуковой сигнализации	Функциональные клавиши System > More > Sound
Выбор набора команд дистанционного управления	Функциональные клавиши System > More > SCPI
Установка даты и времени	Функциональные клавиши System > More > Info. > Date/Time
Выполнение обновления микропрограммы	Функциональные клавиши System > More > Info./ Update > Firmware
Выполнение демонстрации	Функциональные клавиши System > More > Info./Demo

2 Введение

В этой главе приведено описание основных функций и особенностей приборов Agilent B2900. Эта информация представлена в следующих разделах.

- 2.1 Серия Agilent B2900
- 2.2 Передняя панель
- 2.3 Задняя панель
- 2.4 Блок источника-измерителя
- 2.5 Технические характеристики
- 2.6 Операции и функции
- 2.7 Программное обеспечение и драйверы
- 2.8 Принадлежности
- 2.9 Опции

2.1 Серия Agilent B2900

В состав серии приборов Agilent B2900 входят блоки прецизионных источников-измерителей (SMU, source/measure unit). Прибор B2900 имеет на передней панели жидкокристаллический дисплей, клавиши и поворотную ручку для подачи напряжения и тока или для измерения напряжения, тока и сопротивления. Прибор B2900 поддерживает такие функции, как выход с разверткой, импульсный выход, генерирование сигналов произвольной формы, допусковый контроль, буфер регистрации данных, математические функции и построение графиков. Таким образом, можно применять блок B2900 в качестве источника постоянного напряжения или тока, источника развертки напряжения или тока, генератора импульсов, генератора сигналов произвольной формы и мультиметра.

В состав серии Agilent B2900 входят перечисленные ниже приборы.

Таблица 2-1 Приборы серии Agilent B2900

Модель	Количество каналов SMU	Эффективные установки и измеряемые значения			
		Минимальное разрешение		Максимальный ток	Максимальное напряжение
		Установка	Измерение		
B2901A	1	1 пА, 1 мкВ	0,1 пА, 0,1 мкВ	± 3,03 А постоянный ток ± 10,5 А импульсный ток	± 210 В
B2902A	2				
B2911A	1	0,01 пА, 0,1 мкВ			
B2912A	2				

Приборы B2900 соответствуют классу C стандарта LXI (LAN eXtended Interface) и поддерживают все функциональные возможности, определяемые стандартом LXI-C.

2.2 Передняя панель

В этом разделе приведено описание передней панели блока серии Agilent B2900.



- **Сетевой выключатель**
Служит для включения и выключения прибора
- **Дисплей**
Служит для отображения установок параметров источника и результатов измерений, для индикации состояния и т.д. За подробным описанием дисплея обращайтесь к главе 4.
- **Клавиша Trigger**
Служит для запуска однократного измерения или инициализации системы запуска. Когда выполняются повторяющиеся измерения, нажатие этой клавиши вызывает остановку измерений.
- **Клавиша Auto**
Служит для запуска повторяющихся измерений. Когда выполняются повторяющиеся измерения, нажатие этой клавиши вызывает остановку измерений.
- **Соединитель USB-A**
Служит для присоединения USB-накопителя. После отсоединения USB-накопителя следует подождать 10 секунд, прежде чем присоединять этот или другой USB-накопитель.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Выключение прибора в тот момент, когда он обращается к памяти USB, может привести к повреждению устройства.

- **Функциональные клавиши**
Это шесть функциональных клавиш, расположенных под дисплеем. Они назначаются экранным клавишам Config, Function, Trigger, Result, File, Program, I/O, System и More. За дополнительной информацией обращайтесь к главе 4.
- **Вспомогательные клавиши**
Это пять вспомогательных клавиш, расположенных у правой кромки дисплея. Они назначаются таким экранным клавишам, как Mode, Source, Limit, Measure, and More. Назначение экранных клавиш зависит от режима отображения (Single, Graph, Roll или Dual). За дополнительной информацией обращайтесь к главе 4.
- **Клавиша View**
Служит для изменения режима отображения. При последовательных нажатиях этой клавиши изменяется режим отображения, как показано ниже.
 - B2901A** Single → Graph → (возврат на Single)
 - B2902A** Dual → Single для канала 1 → Single для канала 2 → Graph → (возврат на Dual)
 - B2911A** Single → Graph → Roll → (возврат на Single)
 - B2912A** Dual → Single для канала 1 → Single для канала 2 → Graph → Roll → (возврат на Dual)

- Клавиша **Cancel/Local**

Нажатием этой клавиши отменяется операция установки параметров, когда прибор находится в режиме локального управления (с передней панели). Когда прибор находится в режиме дистанционного управления, то нажатие этой клавиши приводит к переключению в режим локального управления.

- Буквенно-цифровые клавиши

Этими клавишами пользуются для ввода значений таких параметров, как выходное значение источника, предельное значение (уровень ограничения), а также для ввода сообщений, определяемых указателем поля.

- Поворотная ручка

Когда указатель поля находится в состоянии MOVE (имеет синий цвет), вращение ручки приводит к перемещению указателя. Нажатием ручки фиксируется позиция указателя; при этом его состояние изменяется на EDIT (индикация зеленого цвета).

Когда указатель поля находится в состоянии EDIT (имеет зеленый цвет), вращение ручки приводит к изменению значения параметра, выделенного указателем. Нажатием ручки фиксируется выбранное значение; при этом состояние указателя изменяется на MOVE (индикация синего цвета).

- Клавиши-стрелки ◀ и ▶

Когда указатель поля находится в состоянии MOVE (имеет синий цвет), нажатие клавиши-стрелки приводит к перемещению указателя.

Когда указатель поля находится в состоянии EDIT (имеет зеленый цвет), нажатие клавиши-стрелки приводит к изменению значения параметра, выделенного указателем.

Когда указатель поля находится в состоянии EDIT (имеет зеленый цвет) в поле ввода численного значения, нажатие клавиши-стрелки приводит к превращению указателя в цифровой указатель.

- Выключатели **On/Off**

Эти кнопочные выключатели служат для включения и выключения канала SMU. Канал, который находится в состоянии вывода, выключается даже тогда, когда прибор работает в режиме дистанционного управления. Один выключатель у одноканальных приборов и два выключателя у двухканальных приборов.

Когда включен канал, кнопка выключателя подсвечивается зеленым.

Когда канал находится в состоянии высокого напряжения, кнопка выключателя подсвечивается красным.

- Гнезда источника и измерителя

Гнезда для канала 1 блока SMU: High Force, Low Force, High Sense, Low Sense, Guard и гнездо шасси прибора. За дополнительной информацией обращайтесь к разделу 3.4.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Ни в коем случае не присоединяйте гнездо Guard (защитная цепь) к каким-либо выходным гнездам, включая гнездо общего провода, гнездо шасси прибора или любое другое гнездо защитной цепи. Это приведет к повреждению прибора B2900.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Максимальный ток через гнездо шасси прибора не должен превышать 3 А (постоянный ток).

2.3 Задняя панель

В этом разделе приведено описание задней панели блока серии Agilent B2900.



-  Гнезда источника и измерителя

Только у двухканальных приборов. Гнезда для канала 2 блока SMU: High Force, Low Force, High Sense, Low Sense, Guard и гнездо заземления шасси. За дополнительной информацией обращайтесь к разделу 3.4.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Ни в коем случае не присоединяйте гнездо Guard (защитная цепь) к каким-либо выходным гнездам, включая гнездо общего провода, гнездо заземления шасси и любое другое гнездо защитной цепи. Это приведет к повреждению прибора B2900.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Максимальный ток через гнездо шасси прибора не должен превышать 3 А (постоянный ток).

- Соединитель интерфейса GPIB
Для соединения с внешним компьютером и другим оборудованием пользуйтесь интерфейсом Agilent 82357A/B USB/GPIB или кабелем Agilent 10833A/B/C/D GPIB.
- Вентилятор охлаждения
- Гнездо для подключения сетевого шнура
- Соединитель интерфейса LAN
Соединение с интерфейсом 10/100 Base-T. Левый светодиод индицирует активность, правый светодиод индицирует исправность линии связи.
- Соединитель USB-B
Соединение с интерфейсом USB.
- Соединитель цифрового ввода-вывода (Digital I/O)
Это 25-контактный гнездовой соединитель D-Sub для ввода-вывода общего назначения (GPIO). Может использоваться в качестве соединителя входа-выхода запуска или в качестве интерфейса для манипулятора или тому подобных устройств. За дополнительной информацией обращайтесь к разделу 3.7.

Контактные выводы 16 и 24, а также 17 и 25 зарезервированы для функции блокировки. Когда эти выводы разомкнуты, выходное напряжение прибора ограничивается до ± 42 В. Перед выполнением измерений следует присоединить эти выводы к контактирующему приспособлению Agilent 16442B или к другому интерфейсу для объекта испытаний. Если вы не применяете приспособление 16442B, то вам необходимо смонтировать цепь блокировки (см. описание в подразделе 3.4.8).

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Когда замкнуты выводы блокировки (Interlock), то на гнездах Force, Guard и Sense может присутствовать максимальное напряжение SMU.

ПРИМЕЧАНИЕ Серийный номер

При использовании программы телефонного содействия Agilent Technologies вам может понадобиться *серийный номер* прибора. Этикетка с серийным номером прикреплена к нижней панели прибора.

2.4 Блок источника-измерителя

Блок источника-измерителя (SMU) может подавать на выход напряжение или ток, а также измерять ток или напряжение. На рис. 2-1 показаны упрощенные схемы SMU. Блок SMU может выполнять следующие операции:

- Подача напряжения и измерение тока
- Подача тока и измерение напряжения
- Подача напряжения и измерение напряжения
- Подача тока и измерение тока

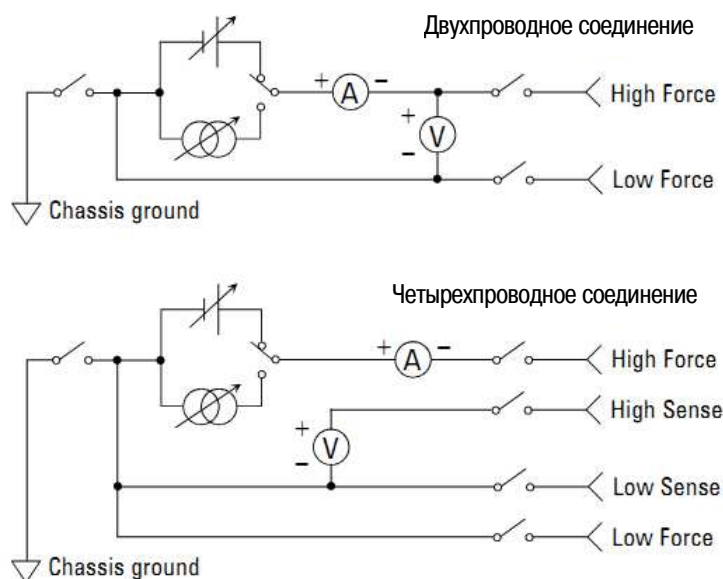


Рис. 2-1 Упрощенные схемы SMU

2.4.1 Измеряемые параметры

Прибор B2900 поддерживает следующие измеряемые параметры:

- Ток
- Напряжение
- Сопротивление
- Мощность

Данные сопротивления вычисляются по формуле: $\text{Сопротивление} = V_{\text{meas}} / I_{\text{meas}}$.

Данные мощности вычисляются по формуле: $\text{Мощность} = V_{\text{meas}} \times I_{\text{meas}}$.

В этих формулах: V_{meas} – данные измерения напряжения; I_{meas} – данные измерения тока.

По поводу применения компенсации сопротивления обращайтесь к подразделу 5.13.1.

2.4.2 Функция ограничения выхода (Limit/Compliance)

Прибор B2900 имеет функцию ограничения выхода, которая ограничивает выходное напряжение или выходной ток для предотвращения повреждения объекта испытаний. Когда SMU подает напряжение, вы можете задать уровень ограничения тока. Когда SMU подает ток, вы можете задать уровень ограничения напряжения. За подробной информацией в отношении этой функции обращайтесь к разделу 5.1.

2.4.3 Пределы изменения выходных и измеряемых значений

В этом разделе описаны типичные технические характеристики приборов серии Agilent B2900.

- Максимальные значения напряжения и тока – см. таблицу 2-2.
- Максимальная мощность: 31,8 Вт
- Выходные и измеряемые значения, а также разрешение – см. таблицы 2-2 ÷ 2-7.

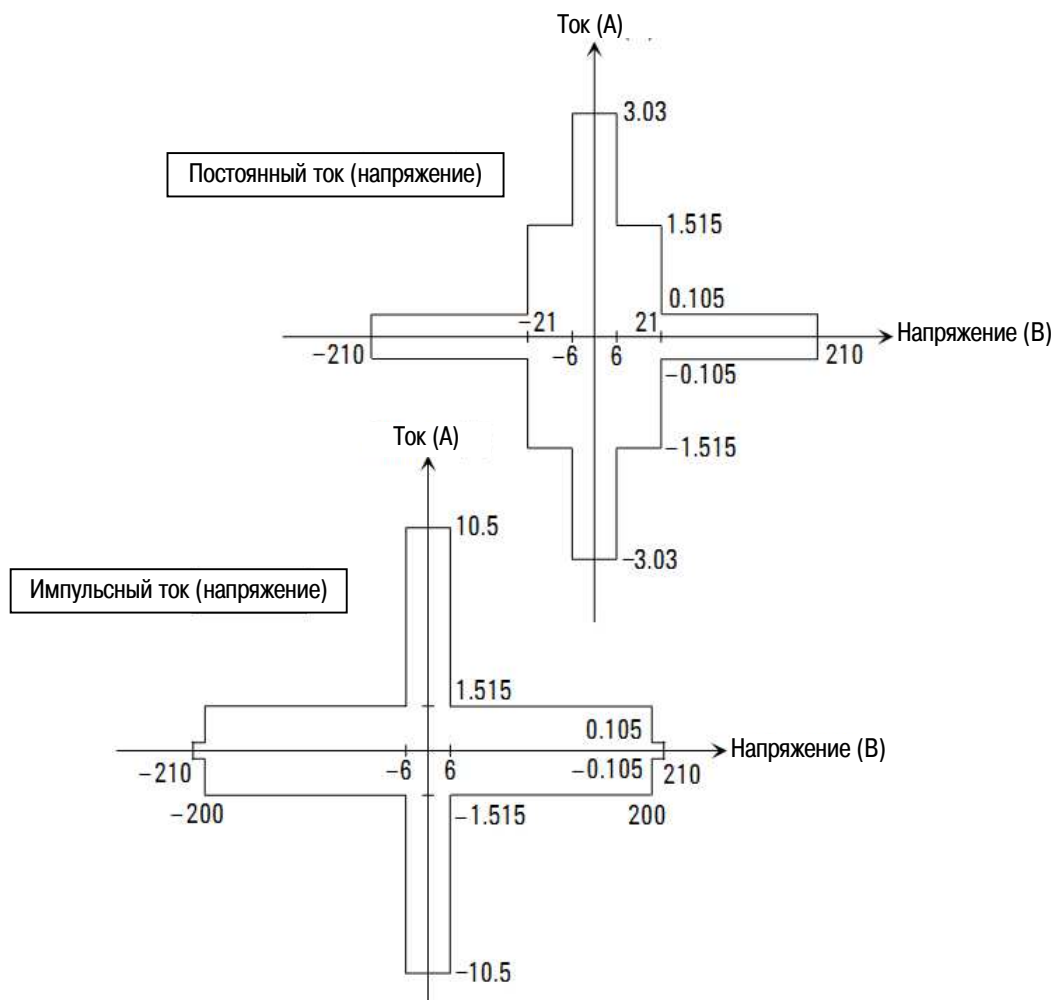


Рис. 2-2 Пределы изменения выходных и измеряемых значений

Таблица 2-2 Максимальные значения напряжения и тока

Режим	Макс. напряжение (В)	Макс. ток (А)	Ограничение суммарного тока при применении канала 1 (I1, V1) и канала 2 (I2, V2)		
			V1 (В)	V2 (В)	Предельный ток (А)
Постоянный ток или напряжение	6	3,03 ^{а)}	$\pm (0 \leq V1 \leq 6)$	$\pm (0 \leq V2 \leq 6)$	$I1 + I2 \leq 4$
	21	1,515 ^{а)}		$\pm (6 \leq V2 \leq 21)$	$I1 + I2 \times 1,6 \leq 4$
	210	0,105	$\pm (6 \leq V1 \leq 21)$	$\pm (0 \leq V2 \leq 6)$	$I1 + I2 \times 0,625 \leq 2,5$
Импульсный ток или напряжение	6	10,5		$\pm (6 \leq V2 \leq 21)$	$I1 + I2 \leq 2,5$
	200	1,515			
	210	0,105			

а) См. правую часть таблицы "Ограничение суммарного тока при применении канала 1 и канала 2".

Таблица 2-3 Пределы установки выходного напряжения

Предел	Значение выходного напряжения	Разрешение установки		Максимальный ток		Длительность импульсов
		B2901A B2902A	B2911A B2912A	Выход DC	Импульсный выход	
0,2 В	$0 \leq V \leq 0,21 \text{ В}$	1 мкВ	0,1 мкВ	$\pm 3,03 \text{ А}$	$\pm 10,5 \text{ А}$	$50 \text{ мкс} \leq t \leq 100 \text{ кс}$
2 В	$0 \leq V \leq 2,1 \text{ В}$	10 мкВ	1 мкВ			
20 В	$0 \leq V \leq 6 \text{ В}$	100 мкВ	10 мкВ			
	$6 \text{ В} \leq V \leq 21 \text{ В}$			$\pm 1,515 \text{ А}$	$\pm 1,515 \text{ А}$	
200 В	$0 \leq V \leq 6 \text{ В}$	1 мВ	100 мкВ	$\pm 3,03 \text{ А}$	$\pm 3,03 \text{ А}$	
					$\pm 10,5 \text{ А}$	$50 \text{ мкс} \leq t \leq 1 \text{ мс}$
	$6 \text{ В} \leq V \leq 21 \text{ В}$			$\pm 1,515 \text{ А}$	$\pm 1,515 \text{ А}$	$50 \text{ мкс} \leq t \leq 100 \text{ кс}$
	$0 \leq V \leq 180 \text{ В}$			–	$\pm 1,05 \text{ А}$	$50 \text{ мкс} \leq t \leq 10 \text{ мс}$
	$0 \leq V \leq 200 \text{ В}$			–	$\pm 1,515 \text{ А}$	$50 \text{ мкс} \leq t \leq 2,5 \text{ мс}$
	$0 \leq V \leq 210 \text{ В}$			–	$\pm 105 \text{ мА}$	$50 \text{ мкс} \leq t$
	$21 \text{ В} \leq V \leq 210 \text{ В}$			$\pm 105 \text{ мА}$	–	–

Таблица 2-4 Пределы установки выходного тока

Предел	Значение выходного тока	Разрешение установки		Максимальное напряжение		Длительность импульсов
		B2901A B2902A	B2911A B2912A	Выход DC	Импульсный выход	
10 нА ^{а)}	$0 \leq I \leq 10,5 \text{ нА}$	–	10 фА	$\pm 210 \text{ В}$	$\pm 210 \text{ В}$	$50 \text{ мкс} \leq t \leq 100 \text{ кс}$
100 нА	$0 \leq I \leq 105 \text{ нА}$	1 пА	100 фА			
1 мкА	$0 \leq I \leq 1,05 \text{ мкА}$	10 пА	1 пА			
10 мкА	$0 \leq I \leq 10,5 \text{ мкА}$	100 пА	10 пА			
100 мкА	$0 \leq I \leq 105 \text{ мкА}$	1 нА	100 пА			
1 мА	$0 \leq I \leq 1,05 \text{ мА}$	10 нА	1 нА			
10 мА	$0 \leq I \leq 10,5 \text{ мА}$	100 нА	10 нА			
100 мА	$0 \leq I \leq 105 \text{ мА}$	1 мкА	100 нА			
1 А	$0 \leq I \leq 105 \text{ мА}$	10 мкА	1 мкА	$\pm 210 \text{ В}$	–	–
	$105 \text{ мА} \leq I \leq 1,05 \text{ А}$			$\pm 21 \text{ В}$	–	–
1,5 А	$0 \leq I \leq 105 \text{ мА}$			$\pm 210 \text{ В}$	–	–
	$105 \text{ мА} \leq I \leq 1,515 \text{ А}$			$\pm 21 \text{ В}$	–	–
	$0 \leq I \leq 1,515 \text{ А}$			–	$\pm 21 \text{ В}$	$50 \text{ мкс} \leq t \leq 100 \text{ кс}$
	$0 \leq I \leq 1,05 \text{ А}^{\text{б)}}$			–	$\pm 180 \text{ В}$	$50 \text{ мкс} \leq t \leq 10 \text{ мс}$
	$0 \leq I \leq 1,515 \text{ А}^{\text{а)}}$			–	$\pm 200 \text{ В}$	$50 \text{ мкс} \leq t \leq 2,5 \text{ мс}$
3 А	$0 \leq I \leq 105 \text{ мА}$	100 мкА	10 мкА	$\pm 210 \text{ В}$	–	–
	$105 \text{ мА} < I \leq 1,515 \text{ А}$			$\pm 21 \text{ В}$	–	–
	$1,515 \text{ А} < I \leq 3,03 \text{ А}$			$\pm 6 \text{ В}$	–	–
10 А ^{с)}	$0 \leq I \leq 10,5 \text{ А}$			–	$\pm 6 \text{ В}$	$50 \text{ мкс} \leq t \leq 1 \text{ мс}$

а) Имеется у приборов B2911A и B2912A. Отсутствует у приборов B2901A и B2902A.

б) Уровень тока в основании импульсов ограничен до $\pm 50 \text{ мА}$.с) Уровень тока в основании импульсов ограничен до $\pm 500 \text{ мА}$.

Таблица 2-5 Пределы измерения напряжения

Значение предела	Измеряемое значение напряжения	Разрешение
0,2 В	$0 \leq V \leq 0,212 \text{ В}$	0,1 мкВ
2 В	$0 \leq V \leq 2,12 \text{ В}$	1 мкВ
20 В	$0 \leq V \leq 21,2 \text{ В}$	10 мкВ
200 В	$0 \leq V \leq 212 \text{ В}$	100 мкВ

Таблица 2-6 Пределы измерения тока

Значение предела	Измеряемое значение тока	Разрешение
10 нА ^{а)}	$0 \leq I \leq 10,6 \text{ нА}$	10 фА
100 нА	$0 \leq I \leq 106 \text{ нА}$	100 фА
1 мкА	$0 \leq I \leq 1,06 \text{ мкА}$	1 пА
10 мкА	$0 \leq I \leq 10,6 \text{ мкА}$	10 пА
100 мкА	$0 \leq I \leq 106 \text{ мкА}$	100 пА
1 мА	$0 \leq I \leq 1,06 \text{ мА}$	1 нА
10 мА	$0 \leq I \leq 10,6 \text{ мА}$	10 нА
100 мА	$0 \leq I \leq 106 \text{ мА}$	100 нА
1 А	$0 \leq I \leq 1,06 \text{ А}$	1 мкА
1,5 А	$0 \leq I \leq 1,53 \text{ А}$	
3 А	$0 \leq I \leq 3,06 \text{ А}$	10 мкА
10 А ^{б)}	$0 \leq I \leq 10,5 \text{ А}$	

а) Имеется у приборов В2911А и В2912А. Отсутствует у приборов В2901А и В2902А.

б) Имеется в импульсном режиме. Отсутствует в режиме DC.

Таблица 2-7 Пределы измерения сопротивления ¹⁾

Значение предела	Измеряемое значение сопротивления	Разрешение индикации	Измерительный ток
2 Ом	$0 < R \leq 2 \text{ Ом}$	1 мкОм	1 А
20 Ом	$2 \text{ Ом} < R \leq 20 \text{ Ом}$	10 мкОм	100 мА
200 Ом	$20 \text{ Ом} < R \leq 200 \text{ Ом}$	100 мкОм	10 мА
2 кОм	$200 \text{ Ом} < R \leq 2 \text{ кОм}$	1 мОм	1 мА
20 кОм	$2 \text{ кОм} < R \leq 20 \text{ кОм}$	10 мОм	100 мкА
200 кОм	$20 \text{ кОм} < R \leq 200 \text{ кОм}$	100 мОм	10 мкА
2 МОм	$200 \text{ кОм} < R \leq 2 \text{ МОм}$	1 Ом	1 мкА
20 МОм	$2 \text{ МОм} < R \leq 20 \text{ МОм}$	10 Ом	100 нА
200 МОм	$20 \text{ МОм} < R \leq 200 \text{ МОм}$	100 Ом	10 нА

1) Пределы измерения сопротивления действительны для измерений сопротивления, установленных в режим AUTO, который выбран командой :SENS:RES:MODE.

2.5 Технические характеристики

В этом разделе перечислены технические характеристики и приведена дополнительная информация в отношении приборов серии Agilent B2900. Эти технические характеристики представляют собой стандартные данные, на соответствие которым испытываются приборы серии B2900. Этим техническим характеристикам соответствуют приборы серии B2900 в состоянии поставки с завода.

2.5.1 Условия реализации технических характеристик

Ниже указаны условия, при которых нормируются погрешности измерений и воспроизведения выходных значений.

1. Температура: $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
2. Относительная влажность: $30\% \div 89\%$
3. После 60 минут прогрева
4. Изменение температуры окружающей среды после выполнения самокалибровки не превышает $\pm 3^{\circ}\text{C}$.
5. Периодичность калибровки: 1 год
6. Время измерения: 1 PLC (PLC = период сетевого напряжения).

2.5.2 Технические характеристики источника

- Технические характеристики источника напряжения: см. таблицу 2-8.
- Технические характеристики источника тока: см. таблицу 2-9.

2.5.3 Технические характеристики при измерениях напряжения и тока

- Технические характеристики при измерении напряжения: см. таблицу 2-10.
- Технические характеристики при измерении тока: см. таблицу 2-11.

Таблица 2-8 Технические характеристики источника напряжения

Погрешность = $\pm$ [мультипликативная погрешность (% от показания) + аддитивная погрешность]

Предел	Разрешение программирования		Погрешность	Шум в полосе 0,1 Гц ÷ 10 Гц ^{а)}	Максимальное напряжение (с превышением предела)
	B2901A B2902A	B2911A B2912A			
± 200 мВ	1 мкВ	0,1 мкВ	$\pm (0,015\% + 225 \text{ мкВ})$	≤ 10 мкВ	± 210 мВ
± 2 В	10 мкВ	1 мкВ	$\pm (0,02\% + 350 \text{ мкВ})$	≤ 20 мкВ	$\pm 2,1$ В
± 20 В	100 мкВ	10 мкВ	$\pm (0,015\% + 5 \text{ мВ})$	≤ 200 мкВ	± 21 В
± 200 В	1 мВ	100 мкВ	$\pm (0,015\% + 50 \text{ мВ})$	≤ 2 мВ	± 210 В

а) Междупиковое значение; дополнительная характеристика

Таблица 2-9 Технические характеристики источника токаПогрешность = $\pm$ [мультипликативная погрешность (% от показания) + аддитивная погрешность]

Предел	Разрешение программирования		Погрешность	Шум в полосе 0,1 Гц ÷ 10 Гц ^{a)}	Максимальный ток (с превышением предела)
	B2901A B2902A	B2911A B2912A			
± 10 нА ^{b)}	–	10 фА	$\pm (0,10\% + 50 \text{ пА})$	$\leq 1 \text{ пА}$	$\pm 10,5 \text{ нА}$
± 100 нА	1 пА	100 фА	$\pm (0,06\% + 100 \text{ пА})$	$\leq 2 \text{ пА}$	$\pm 105 \text{ нА}$
± 1 мкА	10 пА	1 пА	$\pm (0,025\% + 500 \text{ пА})$	$\leq 25 \text{ пА}$	$\pm 1,05 \text{ мкА}$
± 10 мкА	100 пА	10 пА	$\pm (0,025\% + 1,5 \text{ нА})$	$\leq 60 \text{ пА}$	$\pm 10,5 \text{ мкА}$
± 100 мкА	1 нА	100 пА	$\pm (0,02\% + 25 \text{ нА})$	$\leq 2 \text{ нА}$	$\pm 105 \text{ мкА}$
± 1 мА	10 нА	1 нА	$\pm (0,02\% + 200 \text{ нА})$	$\leq 6 \text{ нА}$	$\pm 1,05 \text{ мА}$
± 10 мА	100 нА	10 нА	$\pm (0,02\% + 2,5 \text{ мкА})$	$\leq 200 \text{ нА}$	$\pm 10,5 \text{ мА}$
± 100 мА	1 мкА	100 нА	$\pm (0,02\% + 20 \text{ мкА})$	$\leq 600 \text{ нА}$	$\pm 105 \text{ мА}$
± 1 А	10 мкА	1 мкА	$\pm (0,03\% + 1,5 \text{ мА})$	$\leq 70 \text{ мкА}$	$\pm 1,05 \text{ А}$
$\pm 1,5$ А	10 мкА	1 мкА	$\pm (0,05\% + 3,5 \text{ мА})$	$\leq 100 \text{ мкА}$	$\pm 1,515 \text{ А}$
± 3 А	100 мкА	10 мкА	$\pm (0,4\% + 7 \text{ мА})$	$\leq 120 \text{ мкА}$	$\pm 3,03 \text{ А}$
± 10 А ^{c)}	100 мкА	10 мкА	$\pm (0,4\% + 25 \text{ мА})$ ^{d)}		$\pm 10,5 \text{ А}$

a) Междупиковое значение; дополнительная характеристика

b) Предел 10 нА отсутствует у приборов B2901A и B2902A.

c) Предел 10 А доступен только в импульсном режиме и недоступен в режиме DC.

d) Время измерения: 0,01 PLC.

Таблица 2-10 Технические характеристики при измерении напряженияПогрешность = $\pm$ [мультипликативная погрешность (% от показания) + аддитивная погрешность]

Предел	Разрешение измерений		Погрешность
	B2901A B2902A	B2911A B2912A	
± 200 мВ	0,1 мкВ	0,1 мкВ	$\pm (0,015\% + 225 \text{ мкВ})$
± 2 В	1 мкВ	1 мкВ	$\pm (0,02\% + 350 \text{ мкВ})$
± 20 В	10 мкВ	10 мкВ	$\pm (0,015\% + 5 \text{ мВ})$
± 200 В	100 мкВ	100 мкВ	$\pm (0,015\% + 50 \text{ мВ})$

Таблица 2-11 Технические характеристики при измерении тока

Погрешность = ± [мультипликативная погрешность (% от показания) + аддитивная погрешность]

Предел	Разрешение измерений		Погрешность
	B2901A B2902A	B2911A B2912A	
± 10 нА ^{а)}	—		± (0,10% + 50 пА)
± 100 нА	100 фА	100 фА	± (0,06% + 100 пА)
± 1 мкА	1 пА	1 пА	± (0,025% + 500 пА)
± 10 мкА	10 пА	10 пА	± (0,025% + 1,5 нА)
± 100 мкА	100 пА	100 пА	± (0,02% + 25 нА)
± 1 мА	1 нА	1 нА	± (0,02% + 200 нА)
± 10 мА	10 нА	10 нА	± (0,02% + 2,5 мкА)
± 100 мА	100 нА	100 нА	± (0,02% + 20 мкА)
± 1 А	1 мкА	1 мкА	± (0,03% + 1,5 мА)
± 1,5 А	1 мкА	1 мкА	± (0,05% + 1,5 мА)
± 3 А	10 мкА	10 мкА	± (0,4% + 7 мА)
± 10 А ^{б)}	10 мкА	10 мкА	± (0,4% + 25 мА) ^{с)}

а) Предел 10 нА отсутствует у приборов B2901A и B2902A.

б) Предел 10 А доступен только в импульсном режиме и недоступен в режиме DC.

с) Время измерения: 0,01 PLC.

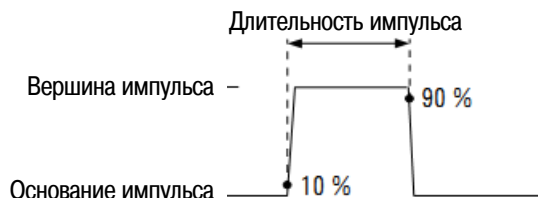
2.5.4 Дополнительные технические характеристики источника

- Температурный коэффициент (в диапазоне 0°C ÷ 18°C и 28°C от 50°C):
± (0,1 × нормированная погрешность)/°C
- Максимальная выходная мощность и предельные значения выхода в режимах источника и нагрузки (токоотвода):
31,8 Вт; ± 6 В при токе ± 3,03 А; ± 21 В при токе ± 1,515 А; ± 210 В при токе ± 105 мА, в режиме четырехквadrантного источника или токоотвода.
- Уровень ограничения тока:
Погрешность такая же, как у источника тока. Минимальное значение равно 1% от предела шкалы или 1 нА на пределе 10 нА.
- Уровень ограничения напряжения:
Погрешность такая же, как у источника напряжения. Минимальное значение равно 1% от предела шкалы или 20 мВ.
- Превышение номинального предела:
101% от номинального предела источника на пределах 1,5 А и 3 А.
105% от номинального предела источника на остальных пределах установки тока.
Без превышения номинального предела на пределе 200 В при токе, превышающем 105 мА только в импульсном режиме.
- Защита от перегрева:
Выключает выходы всех каналов и блокирует канал, у которого обнаружен внутренний перегрев.
- Время установления переходного процесса на выходе напряжения:
Время, необходимое для установления напряжения с погрешностью ≤ 0,1% от конечного значения в режиме холостого хода (при отсутствии нагрузки на выходе) при ступенчатом изменении уровня от 10% до 90% от номинального предела.
На пределах 200 мВ и 2 В: < 50 мкс
На пределе 20 В: < 110 мкс
На пределе 200 В: < 700 мкс

- Время установления переходного процесса на токовом выходе:
Время, необходимое для установления тока с погрешностью $\leq 0,1\%$ от конечного значения ($0,3\%$ на пределе 3 А) в режиме короткого замыкания при ступенчатом изменении уровня от 10% до 90% от номинального предела.
На пределах 10 нА и 100 нА: < 10 мс
На пределе 1 мкА: < 500 мкс
На пределах 10 мкА и 100 мкА: < 250 мкс
На пределах от 1 мА до 3 А: < 80 мкс
- Шум в полосе частот $10 \text{ Гц} \div 20 \text{ МГц}$ (источник напряжения): $3 \text{ мВ}_{\text{эфф}}$, предел 20 В
- Выброс на фронте переключения источника напряжения:
 $< \pm (0,1\% + 10 \text{ мВ})$ при ступенчатом изменении уровня от 10% до 90% от номинального предела, резистивная нагрузка.
- Выброс на фронте переключения источника тока:
 $< 0,1\%$ ($0,3\%$ на пределе 3 А) при ступенчатом изменении уровня от 10% до 90% от номинального предела, резистивная нагрузка.
- Выброс при переключении номинального предела напряжения:
 $\leq 250 \text{ мВ}$, нагрузка 100 кОм, полоса частот 20 МГц
- Выброс при переключении номинального предела тока:
 $\leq 250 \text{ мВ}/R_{\text{load}}$, полоса частот 20 МГц

2.5.5 Дополнительные характеристики импульсного источника

- Минимальная программируемая длительность импульсов: 50 мкс
- Минимальное разрешение программирования длительности импульсов: 1 мкс
- Определение длительности импульса:
Интервал времени между моментом достижения уровня 10% на переднем фронте и уровня 90% на заднем фронте, как показано на рисунке:



- Максимальная длительность импульсов и коэффициент заполнения: см. таблицу 2-12.
- Минимальная длительность импульсов при данном напряжении, токе и условии установления переходного процесса: см. таблицу 2-13.

2.5.6 Дополнительные технические характеристики при измерениях напряжения и тока

- Температурный коэффициент (в диапазоне $0^\circ\text{C} \div 18^\circ\text{C}$ и 28°C от 50°C):
 $\pm (0,1 \times \text{нормированная погрешность})/^\circ\text{C}$
- Превышение номинального предела:
102% от номинального предела измерения на пределах 1,5 А и 3 А.
106% от номинального предела измерения на остальных пределах измерения тока.
- Выброс при переключении номинального предела измерения напряжения:
 $\leq 250 \text{ мВ}$, нагрузка 100 кОм, полоса частот 20 МГц
- Выброс при переключении номинального предела измерения тока:
 $\leq 250 \text{ мВ}/R_{\text{load}}$, полоса частот 20 МГц
- Дополнительная погрешность при времени измерения $< 1 \text{ PLC}$:
При измерениях с $\text{PLC} < 1$ возникает дополнительная погрешность, указанная в таблице 2-14.

2.5.7 Технические характеристики запуска и хронирования

Запуск (дополнительные характеристики)

- Задержка между входом запуска Digital I/O и выходом запуска: ≤ 5 мкс
- Задержка между входом запуска Digital I/O и моментом переключения источника: ≤ 5 мкс
- Задержка между входом запуска LXI и моментом переключения источника: ≤ 200 мкс

Таймер

- Разрешение хронирования запуска: $1 \text{ мкс} \div 100 \text{ мс}$
- Погрешность таймера: $\pm 50 \text{ ppm}$ (0,005%)
- Задержка активизации/запуска: $0 \div 10^5 \text{ с}$
- Интервал активизации/запуска:
 - ◆ B2901A и B 2902A: $20 \text{ мкс} \div 10^5 \text{ с}$
 - ◆ B2911A и B2912A: $10 \text{ мкс} \div 10^5 \text{ с}$
- Количество событий активизации/запуска: $1 \div 10^5$
- Метки времени:
Значение TIMER автоматически заносится в память, когда запускается каждое измерение.

Таблица 2-12 Максимальная длительность импульсов и коэффициент заполнения

	Макс. напряжение	Макс. ток на вершине импульсов	Макс. ток в основании импульсов	Макс. длительность импульсов	Макс. коэффициент заполнения
Режим DC или импульсный режим	6 В	3,03 А ^{a)}	3,03 А ^{a)}	DC, без ограничения	100%
	21 В	1,515 А ^{a)}	1,515 А ^{a)}	DC, без ограничения	100%
	210 В	0,105 А	0,105 А	DC, без ограничения	100%
Только импульсный режим	6 В	10,5 А	0,5 А	1 мс	2,5%
	180 В	1,05 А	50 мА	10 мс	2,5%
	200 В	1,515 А	50 мА	2,5 мс	2,5%

a) При использовании двух каналов ограничивается суммарный максимальный ток двух каналов.

Таблица 2-13 Минимальная длительность импульсов при данном напряжении, токе и условии установления переходного процесса

Значение источника	Предельное значение	Нагрузка	Установление переходного процесса у источника (% от предела)	Минимальная длительность импульсов
200 В	1,5 А	200 Ом	0,1%	1 мс
6 В	10,5 А	0,6 Ом	0,1%	0,2 мс
1,5 А	200 В	65 Ом	0,1%	2,5 мс
10,5 А	6 В	0,5 Ом	0,1%	0,2 мс

При указанных выше значениях напряжения и тока подключается соответствующая резистивная нагрузка.

Таблица 2-14 Дополнительная погрешность при установке времени измерения < 1 PLC

Установка PLC	Номинальный предел напряжения		Номинальный предел тока			
	0,2 В	2 В ÷ 200 В	10 нА	100 нА	1 мкА ÷ 100 мА	1 А ÷ 3 А
0,1 PLC	0,01%	0,01%	0,1%	0,01%	0,01%	0,01%
0,01 PLC	0,05%	0,02%	1%	0,1%	0,05%	0,02%
0,001 PLC	0,5%	0,2%	5%	1%	0,5%	0,2%

2.5.8 Прочие дополнительные характеристики

Характеристики выхода

- Схемы измерения: двухпроводная схема и четырехпроводная схема (измерения в удаленных точках).
- Присоединение низкопотенциального гнезда (Low): заземление через шасси или плавающее состояние.
- Выходные соединители:
Однополюсные гнезда. Для вывода и измерения токов менее 1 нА рекомендуется применять триаксиальные соединители. Для измерений слабых токов имеется переходник от однополюсного гнезда к триаксиальному соединителю.
- Расположение выходных гнезд: канал 1 на передней панели; канал 2 на задней панели.
- Максимальная нагрузка:
 - ◆ Нормальный режим: 0,01 мкФ
 - ◆ Режим большой емкости нагрузки: 50 мкФ
- Плавающее постоянное напряжение: максимум ± 250 В постоянного тока между гнездами Force и гнездом шасси прибора.
- Напряжение смещения на гнезде Guard (V source): < 4 мВ
- Рабочий диапазон в режиме измерений в удаленных точках:
 - ◆ Максимальное напряжение между гнездами High Force и High Sense: 3 В
 - ◆ Максимальное напряжение между гнездами Low Force и Low Sense: 3 В
- Изоляция для синфазного напряжения: > 1 ГОм, < 4500 пФ
- Максимальное сопротивление измерительных проводов (цепь Sense): 1 кОм для обеспечения паспортной точности
- Импеданс входа Sense: > 10 ГОм

Режим большой емкости нагрузки

Режим большой емкости нагрузки позволяет выполнять измерения с объектами испытаний, обладающих большой емкостью, превышающей максимальное значение емкости нагрузки в нормальном режиме (0,01 мкФ). В режиме большой емкости нагрузки максимально допустимое значение емкости нагрузки составляет 50 мкФ.

- Время установления переходного процесса на выходе напряжения:
Время, необходимое для установления напряжения с погрешностью $\leq 0,1\%$ от конечного значения при емкостной нагрузке 4,7 мкВ на фиксированном номинальном пределе при определенном предельном значении тока.
На пределах 200 мВ и 2 В: 600 мкс при предельном токе 1 А
На пределе 20 В: 1,5 мс при предельном токе 1 А
На пределе 200 В: 20 мс при предельном токе 100 мА
- Время установления переходного процесса на токовом выходе:
Время, необходимое для установления тока с погрешностью $\leq 0,1\%$ от конечного значения после того, как источник напряжения стабилизируется на фиксированном пределе в режиме короткого замыкания. Выходное напряжение равно 5 В, если не указано иное.

На пределе 1 мкА: 230 мс

На пределах 10 мкА и 100 мкА: 23 мс

На пределах 1 мА и 10 мА: 0,23 мс

На пределах от 100 мА до 3 А: 100 мкс

Номинальные пределы 10 нА и 100 нА недоступны в режиме большой емкости нагрузки.

- Задержка переключения режима:
 - ◆ Задержка переключения из нормального режима в режим большой емкости нагрузки:
 - На пределе 1 мкА: 230 мс
 - На пределах 10 мкА и 100 мкА: 23 мс
 - На пределах от 1 мА до 3 А: 1 мс
 - ◆ Задержка переключения из режима большой нагрузки в нормальный режим:
 - На всех пределах: 10 мс
- Шум в полосе частот 10 Гц ÷ 20 МГц (на пределе 20 В): 4,5 мВэфф
- Выброс при переключении номинального предела напряжения (на пределе 20 В или ниже):
 - ≤ 250 мВ, полоса частот 20 МГц
- Рабочие условия в режиме большой емкости нагрузки:
 - ◆ Режим V/I: только режим источника напряжения
 - ◆ Номинальный предел: предел измерения тока ограничен только фиксированным пределом. Недоступны пределы 10 нА и 100 нА.
 - ◆ Ограничение тока: ≥ 1 мкА

Измерение сопротивления

Сопротивление можно измерять как в условиях автоматических испытаний, так и в режиме ручного управления. Автоматические измерения сопротивления выполняются в режиме подачи тока и измерения напряжения. Общая погрешность автоматических измерений сопротивления характеризуется данными, представленными в таблице 2-15. Общую погрешность измерений сопротивления в режиме ручного управления можно вычислить на основании данных о погрешности измерения (воспроизведения) напряжения и тока, как указано ниже.

- Режим источника тока, измерение сопротивления в четырехпроводной схеме с ручным управлением:

Общая погрешность = $V_{\text{measure}}/I_{\text{source}} = \text{Значение } R \times (\text{мультипликативная погрешность на пределе измерения } V + \text{мультипликативная погрешность на пределе воспроизведения } I + \text{аддитивная погрешность на пределе воспроизведения } I / \text{значение источника } I \times 100)\% + (\text{аддитивная погрешность на пределе измерения } V / \text{значение источника } I)$,

где мультипликативная погрешность и аддитивная погрешность характеризуются данными таблиц 2-9 и 2-10.
- Режим источника напряжения, измерение сопротивления в четырехпроводной схеме с ручным управлением:

Общая погрешность = $V_{\text{source}}/I_{\text{measure}} = 1 / [1 / \text{значение } R \times (\text{мультипликативная погрешность на пределе измерения } I + \text{мультипликативная погрешность на пределе воспроизведения } V + \text{аддитивная погрешность на пределе воспроизведения } V / \text{значение источника } V \times 100)\% + (\text{аддитивная погрешность на пределе измерения } I / \text{значение источника } V)]$,

где мультипликативная погрешность и аддитивная погрешность характеризуются данными таблиц 2-8 и 2-11.
- Время измерения = 1 PLC
- Применимо при температуре 23°C ± 5°C
- Пример вычисления общей погрешности:

Значение источника тока $I = 1 \text{ мА}$ на пределе 1 мА; предел измерения $V = 2 \text{ В}$

Общая погрешность (% от показания + аддитивная погрешность) =

= $(0,02\% + 0,02\% + 200 \text{ нА} / 1 \text{ мА} \times 100)\% + (350 \text{ мкВ} / 1 \text{ мА}) = 0,06\% + 0,35 \text{ Ом}$

Системное быстроедействие

- Максимальная частота отсчетов в режиме развертки при частоте сетевого напряжения 50 Гц: см. таблицу 2-16.

Таблица 2-15 Типичные характеристики автоматических измерений сопротивления (в четырехпроводной схеме); предел 2 В

Общая погрешность = мультипликативная погрешность (% от показания) + аддитивная погрешность

Предел	Разрешение индикации	Измерительный ток	Предел воспроизведения тока	Общая погрешность
2 Ом	1 мкОм	1 А	1 А	0,2% + 0,00035 Ом
20 Ом	10 мкОм	100 мА	100 мА	0,05% + 0,0035 Ом
200 Ом	100 мкОм	10 мА	10 мА	0,065% + 0,035 Ом
2 кОм	1 мОм	1 мА	1 мА	0,06% + 0,35 Ом
20 кОм	10 мОм	100 мкА	100 мкА	0,065% + 3,5 Ом
200 кОм	100 мОм	10 мкА	10 мкА	0,06% + 35 Ом
2 МОм	1 Ом	1 мкА	1 мкА	0,095% + 350 Ом
20 МОм	10 Ом	100 нА	100 нА	0,18% + 3,5 кОм
200 МОм	100 Ом	10 нА	100 нА	1,08% + 35 кОм

Таблица 2-16 Максимальная частота отсчетов в режиме развертки при частоте сетевого напряжения 50 Гц

Время измерения	Частота отсчетов (1/с)			
	Измерения с занесением в память	Измерения с передачей на GPIB	Измерения источника с занесением в память	Измерения источника с передачей на GPIB
≤ 0,001 PLC	20000	12500	19500	12500
0,01 PLC	4599	3950	4500	3950
0,1 PLC	500	490	500	490
1 PLC	49	49	49	49

Рабочая частота отсчетов изменяется в зависимости от количества ступеней развертки (1 ÷ 2500 ступеней).

2.5.9 Общие технические данные

- Окружающая среда
Для применения в помещении
- Температурный диапазон
Рабочий температурный диапазон: $0^{\circ}\text{C} \div +55^{\circ}\text{C}$
Температурный диапазон при хранении: $-30^{\circ}\text{C} \div +70^{\circ}\text{C}$
- Относительная влажность
При эксплуатации прибора: $30\% \div 80\%$, без конденсации
При хранении прибора: $10\% \div 90\%$, без конденсации
- Высота над уровнем моря
При эксплуатации прибора: $0 \div 2000$ метров
При хранении прибора: $0 \div 4600$ метров
- Требования к электропитанию: $90 \text{ В} \div 264 \text{ В}$, $47 \text{ Гц} \div 63 \text{ Гц}$
- Максимальная потребляемая мощность: 250 ВА
- Охлаждение
Принудительное воздушное охлаждение. Воздух всасывается с боков и отводится сзади.
- Соответствие стандартам
Электромагнитная совместимость IEC 61326-1 / EN 61326-1, AS/NZS CISPR 11
Безопасность IEC 61010-1 / EN 61010-1
 CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1-04, C/US
- Сертификация: CE, cCSAus, C-Tick
- Размеры
 Без ручки и опорных ножек: $88 \text{ мм (высота)} \times 213 \text{ мм (ширина)} \times 450 \text{ мм (глубина)}$
 Настольная конфигурация (с ручкой и опорными ножками):
 $180 \text{ мм (высота)} \times 260 \text{ мм (ширина)} \times 480 \text{ мм (глубина)}$
- Масса
 B2901A и B2911A: $5,0 \text{ кг}$
 B2902A и B2912A: $6,4 \text{ кг}$

2.6 Операции и функции

2.6.1 Дисплей и органы управления на передней панели

Основой графического пользовательского интерфейса является тонкопленочный цветной жидкокристаллический дисплей с диагональю экрана 4,3" (480 × 272), снабженный светодиодной подсветкой. Пользовательский интерфейс имеет следующие особенности:

- Четыре режима отображения: Single – одноканальное отображение, Dual – двухканальное отображение, Graph – отображение графиков и Roll – графическое отображение результатов регистрации данных
- Простые операции с клавишами
- Простота обращения к основным и усовершенствованным возможностям применения источника и выполнения измерений

Одноканальное отображение

Режим одноканального отображения обеспечивает возможности установки и отображения основных и дополнительных параметров для выбранного канала на передней панели прибора без применения дополнительного контроллера или дополнительного программного обеспечения.

Двухканальное отображение

Режим двухканального отображения обеспечивает возможности установки и отображения основных параметров для каналов 1 и 2. В режиме двухканального отображения обеспечивается возможность 6,5-разрядной индикации. Этот режим возможен только у приборов B2902A и B2912A.

Отображение графиков

В режиме отображения графиков отображаются результаты измерений в виде графиков XY (в координатах I-V или I-t/V-t) в одном или двух каналах. Это полезно для оценки характеристик объекта испытаний, особенно при применении развертки.

Отображение результатов регистрации данных

В этом режиме производится построение графиков I-t или U-t аналогично записям, получаемым с помощью самописца. В процессе текущих измерений возможно отображение до 1000 зарегистрированных точек данных. Отображение результатов измерений в режиме Roll представляет особый интерес для наблюдения и контроля низкочастотных эффектов. Этот режим отображения возможен только у приборов B2911A и B2912A.

Простые операции с клавишами

- Буквенно-цифровые клавиши, вспомогательные клавиши и поворотная ручка обеспечивают простоту управления прибором с передней панели.
- Буквенно-цифровые клавиши обеспечивают возможность прямого ввода буквенно-цифровых значений.
- Вспомогательные клавиши сопровождают управление с передней панели.

Простота обращения к основным и усовершенствованным возможностям источника и выполнения измерений

- Установки параметров:
 - ◆ Режим источника V/I
 - ◆ Значение источника
 - ◆ Предельное значение (уровень ограничения)
 - ◆ Параметры развертки
 - ◆ Параметры импульсов
 - ◆ Время измерения
 - ◆ Установка номинального предела
 - ◆ Установка параметров запуска

- Отображение результатов:
 - ◆ Индикация численных результатов до 6,5 разрядов в режимах отображения Single и Dual
 - ◆ Графическое отображение в режимах Graph и Roll
 - ◆ Список данных
- Дополнительные возможности:
 - ◆ Допусковый контроль с задаваемыми пользователем предельными значениями, с возможностью работы с манипуляторами сортировки компонентов
 - ◆ Память регистрации данных для накопления результатов измерений (или математических операций) и сбора их статистических данных
- Операции с файлами (память USB):

Сохранение файлов:

 - ◆ Системная конфигурация
 - ◆ Результаты измерений и математических операций
 - ◆ Результаты допускового контроля
 - ◆ Данные регистрации
 - ◆ Снимок экрана

Загрузка файлов:

 - ◆ Системная конфигурация
 - ◆ Данные развертки по списку

2.6.2 Возможности источника и измерительные возможности

Измерения с разверткой

- Количество ступеней развертки: $1 \div 2500$
- Режимы развертки: линейная развертка, логарифмическая (log) развертка и развертка по списку
- Направление развертки: в одном направлении (однотактная развертка) или в двух направлениях (двухтактная развертка)
- Тип: DC или импульсный режим
- Минимальное программируемое значение для создания формы сигнала по списку:
 - B2901A и B2902A: минимум 20 мкс с разрешением 1 мкс
 - B2911A и B2912A: минимум 10 мкс с разрешением 1 мкс

Измерения с оцифровкой (дискретизацией)

Измерения с оцифровкой (дискретизацией) могут выполняться при соответствующей установке скорости измерений и интервала запуска.

Минимальный интервал запуска (максимальная скорость измерений):

B2901A и B2902A: 20 мкс (50000 точек/с)

B2911A и B2912A: 10 мкс (100000 точек/с)

Буферы данных

Буферы данных представляют собой набор элементов измерений. Каждый элемент хранит следующие значения:

- Измеренное напряжение
- Измеренный ток
- Измеренное сопротивление
- Метка времени
- Статус измерений
- Установка параметров источника

Максимальный размер буфера: 100000 точек на канал.

2.6.3 Программирование и интерфейсы

Язык программирования

Серия B2900 поддерживает SCPI (стандартные команды для программируемых приборов).

- Принятый по умолчанию набор команд: Поддерживает все расширенные возможности серии B2900.
- Общепринятый набор команд: Поддерживает общепринятый в промышленности стандартный набор команд SCPI для обеспечения базовой совместимости.

Программная память

Программная память позволяет сохранять длинные строки команд SCPI в энергозависимой памяти прибора B2900, затем многократно вызывать эти строки одной командой SCPI в ходе выполнения программы. Благодаря занесению командных строк в память экономится время, которое затрачивалось бы на пересылку этих команд по коммуникационной шине. Это значительно сокращает время испытаний, в которых используется множество повторяющихся кодов (подпрограмм).

- Максимальное количество символов в имени программы: 32 символа, включая буквы, цифры, дефисы и символы подчеркивания (_).
- Максимальный размер памяти: 100 кбайт (примерно 2500 строк).

Соответствие стандарту LXI

Приборы B2900 соответствуют классу C стандарта LXI. Серия B2900 следует специальным протоколам LAN и придерживается таких требований LXI, как встроенный Web-сервер управления и драйвер IVI-COM.

- Ethernet: 10/100Base-T
- USB 2.0: протокол USB-TMC488 (один порт на задней панели)
- GPIB: соответствует требованиям стандарта IEEE-488.2

Файловая система USB

Быстродействующий накопитель (MSC) USB 2.0 (один порт на передней панели)

Интерфейс цифрового ввода-вывода

- Соединитель: 25-контактный гнездовой соединитель типа D
- Ввод-вывод: 14 контактных выводов I/O с открытым стоком
- Абсолютное максимальное входное напряжение: 5,25 В
- Абсолютное минимальное входное напряжение: –0,25 В
- Максимальное входное напряжение низкого логического уровня: 0,8 В
- Минимальное входное напряжение высокого логического уровня: 2,0 В
- Максимальный выводимый ток: 1 мА, Vout = 0 В
- Максимальный отводимый ток: 50 мА, Vout = 5 В
- Контактный вывод питания 5 В:
Ограничение тока до 500 мА, с защитой полупроводниковым предохранителем
- Контактный вывод защитной блокировки:

Один контактный вывод для активного высокого уровня и один контактный вывод для активного низкого уровня. Активизация обоих контактных выводов разрешает подачу выходного напряжения свыше 42 В.

2.7 Программное обеспечение и драйверы

- Программа измерений Agilent B2900A Quick I/V

Серия B2900 включает в себя компьютерную программу измерений Agilent B2900A Quick I/V. Эта мощная программа обеспечивает быструю настройку и выполнение измерений вольт-амперных характеристик с отображением измерительных данных в табличной или графической форме без дополнительного программирования. Эта программа позволяет вам управлять четырьмя каналами SMU через соединение GPIB или LAN или одним блоком серии B2900 через соединение USB.

Операционная система: Windows 7 (64bit/32bit), XP SP3 (32-bit)

Другие требования: Microsoft .NET framework 4.0 (или более новая версия) и Agilent IO Libraries 16.0 (или более новая версия)

- Графический Web-интерфейс Agilent B2900A

Графический Web-интерфейс Agilent B2900A представляет собой виртуальную панель управления прибором на основе Web-браузера. Он позволяет вам легко и быстро устанавливать параметры и выполнять измерения с Web-браузера, использующего встроенный Web-сервер прибора B2900. Это позволяет вам управлять одним блоком серии B2900 через соединение LAN.

- Драйверы IVI-C или IVI-COM

Совместимы с Windows 7 (64bit/32bit), XP SP2 (32-bit) и Agilent IO Libraries 16.0 (или более новой версией). Поддерживают программы Agilent VEE, Microsoft Visual Studio (Visual Basic, Visual C++, Visual C#), National Instruments LabWindows и LabVIEW.

- Драйвер LabVIEW (VI)

National Instruments LabVIEW 7.0 или более новая версия. Драйверы LabView имеются на сайте NI.COM.

2.8 Принадлежности

2.8.1 Прилагаемые принадлежности

К прибору Agilent B2900 прилагаются следующие принадлежности:

- Краткий справочник (Quick Reference) – 1 шт.
- Компакт-диск Product Reference – 1 шт.
- Компакт-диск Agilent IO Libraries – 1 шт.
- Сетевой шнур – 1 шт.
- Кабель USB – 1 шт.

На компакт-диске Product Reference содержится программа измерений Agilent B2900A Quick I/V, драйверы IVI-C или IVI-COM, руководства для пользователя и руководства по применению.

2.8.2 Выпускаемые принадлежности

В таблице 2-17 перечислены принадлежности, которые выпускаются для приборов серии Agilent B2900.

Таблица 2-17 Выпускаемые принадлежности

Модель	Опция	Описание
N1294A		Принадлежности
	N1294A-001	Переходник "однополюсное гнездо – триаксиальный соединитель" для двухпроводных соединений
	N1294A-002	Переходник "однополюсное гнездо – триаксиальный соединитель" для четырехпроводных соединений
	N1294A-011	Кабель блокировки для контактирующего приспособления 16442B, 1,5 м
	N1294A-012	Кабель блокировки для контактирующего приспособления 16442B, 2,0 м
N1295A		Контактирующее приспособление

(продолжение на след. стр.)

Таблица 2-17 Выпускаемые принадлежности (продолжение)

Модель	Опция	Описание
16442B		Контактирующее приспособление
	16442B-010	С триаксиальными кабелями длиной 1,5 м – 4 шт.
	16442B-011	С триаксиальными кабелями длиной 3 м – 4 шт.
	16442B-800	Дополнительная свободная тефлоновая панель
	16442B-801	Универсальный гнездовой модуль, 10 выводов с шагом 2,54 мм
	16442B-802	Универсальный гнездовой модуль, 10 выводов с шагом 1,91 мм
	16442B-803	Универсальный гнездовой модуль, 10 выводов с шагом 1,27 мм
	16442B-810	Дополнительный комплект контактных выводов (для универсального гнездового модуля, 10 шт.)
	16442B-811	Дополнительный набор проводов (с миниатюрными однополюсными вилками с одной стороны и штырьками с другой стороны, 6 шт.)
	16442B-812	Дополнительный набор проводов (со штырьками с обеих сторон, 6 шт.)
	16442B-813	Дополнительный набор проводов (с миниатюрными однополюсными вилками с одной стороны и зажимами с другой стороны, 6 шт.)
	16442B-814	Дополнительный набор проводов (с миниатюрными однополюсными вилками с обеих сторон, 6 шт.)
	16442B-821	Гнездовой модуль, 4-выводный корпус типа TO
	16442B-822	Гнездовой модуль, 18-выводный корпус типа DIP
	16442B-823	Дополнительный гнездовой модуль, 28-выводный корпус типа DIP
	16442B-890	Коробка для дополнительных принадлежностей
16493G		Соединительный кабель для цифрового ввода-вывода
	16493G-001	Кабель длиной 1,5 м
	16493G-002	Кабель длиной 3,0 м
16494A		Триаксиальный кабель
	16494A-001	Кабель длиной 1,5 м
	16494A-002	Кабель длиной 3,0 м
	16494A-003	Кабель длиной 80 см

2.9 Опции

В таблице 2-18 перечислены опции для приборов серии Agilent B2900.

Таблица 2-18 Опции

Опция	Описание
Калибровка	
A6J	Калибровка в соответствии с требованиями ANSI Z540
UK6	Сертификат коммерческой калибровки с данными испытаний
Руководство для пользователя, печатная версия	
AB0	На традиционном китайском языке
AB2	На упрощенном китайском языке
ABA	На английском языке
ABJ	На японском языке
Комплект для монтажа в стойку	
ICM	Комплект для монтажа в стойку

3 Установка

Эта глава описывает установку приборов Agilent B2900 и принадлежностей. Эта информация представлена в следующих разделах.

- 3.1 Обследование комплекта поставки
- 3.2 Установка прибора Agilent B2900
- 3.3 Технический уход
- 3.4 Присоединение объекта испытаний
- 3.5 Монтаж цепи блокировки
- 3.6 Присоединение интерфейсов
- 3.7 Взаимодействие через локальную сеть
- 3.8 Применение цифрового ввода-вывода (Digital I/O)

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ



На выводах High Force, Guard и High Sense прибора Agilent B2900 может действовать потенциально опасное напряжение (± 210 В). Во избежание поражения электрическим током соблюдайте перечисленные ниже меры предосторожности.

- Применяйте трехпроводной сетевой кабель для соединения шкафа (если он имеется) и прибора Agilent B2900 с цепью защитного заземления.
- Если вы *не пользуетесь* контактирующим приспособлением Agilent 16442B, то обязательно оборудуйте и присоедините цепь блокировки (Interlock), которая размыкает вход блокировки при открывании дверцы экранирующей коробки.
- Периодически проверяйте правильность функционирования блокировки.
- Перед тем, как прикасаться к соединениям выводов High Force, Guard и High Sense, выключите прибор Agilent B2900 и разрядите конденсаторы везде, где это возможно. Если вы *не выключаете* прибор Agilent B2900, то выполните *все* перечисленные ниже операции независимо от установок параметров прибора.
 - Нажмите кнопку выключателя On/Off и проследите за тем, чтобы погасла подсветка этого выключателя.
 - Убедитесь в том, что кнопка выключателя On/Off не подсвечивается красным.
 - Откройте дверцу экранирующей коробки (при этом размыкается вход блокировки).
 - Разрядите все конденсаторы, присоединенные к каналу.
- Предупредите об опасных условиях персонал, работающий вблизи прибора Agilent B2900.

3.1 Обследование комплекта поставки

После получения прибора Agilent B2900 выполните перечисленные ниже проверки.

1. Перед распаковкой компонентов обследуйте все коробки на предмет выявления признаков повреждений, которые могли появиться при транспортировании:
 - вмятины
 - царапины
 - порезы
 - следы воздействия воды

При возникновении подозрений в отношении повреждений известите об этом местный сервисный центр компании Agilent Technologies.
2. После вскрытия упаковочной тары с прибором B2900 и принадлежностями проверьте наличие компонентов согласно приложенной к упаковке описи. При обнаружении недостачи известите об этом местный сервисный центр компании Agilent Technologies.

3. Проверьте функционирование прибора B2900, как описано ниже в подразделе 3.1.1.

При обнаружении неполадок известите об этом местный сервисный центр компании Agilent Technologies.

3.1.1 Проверка функционирования прибора Agilent B2900

1. Убедитесь в том, что сетевой выключатель установлен в положение ВЫКЛ.
2. Присоедините сетевой шнур к гнезду сетевого ввода на задней панели и к сетевой розетке.
3. Нажмите сетевой выключатель, чтобы включить прибор.

На дисплее появляется начальный экран и автоматически выполняется самопроверка после включения питания.

Если прибор B2900 работает нормально, то дисплей будет выглядеть так, как показано на рис. 3-1 или 3-2.

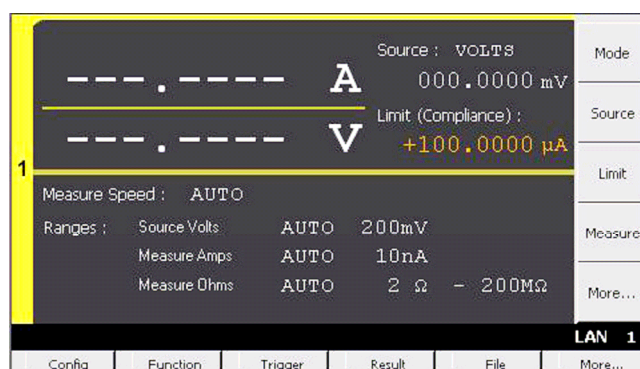


Рис. 3-1 Примерный вид дисплея у одноканального прибора

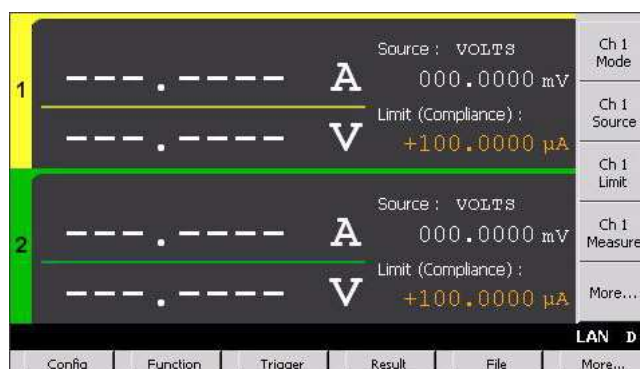


Рис. 3-2 Примерный вид дисплея у двухканального прибора

3.1.2 Проверка наличия ошибок

Ошибки можно проверить, как описано ниже.

1. Нажмите функциональные клавиши More > System > Error > Log. Открывается диалоговое окно Error Log.
2. Проверьте, индицируются ли ошибки в этом диалоговом окне.
Если нет ошибок, то отображается сообщение "0, No Error".
3. Нажмите экранную клавишу OK, чтобы закрыть диалоговое окно.

3.2 Установка прибора Agilent B2900

В этом разделе содержится информация, которую вы должны принять во внимание при установке прибора Agilent B2900. Эта информация изложена в следующих подразделах:

- 3.2.1 Меры безопасности
- 3.2.2 Условия эксплуатации
- 3.2.3 Присоединение сетевого шнура
- 3.2.4 Установка частоты сетевого напряжения
- 3.2.5 Установка прибора на рабочем столе
- 3.2.6 Установка прибора в стойку

3.2.1 Меры безопасности

Обращайтесь к разделу "Общие указания мер безопасности" на стр. 8 данного Руководства. Перед тем, как приступить к установке и вводу в эксплуатацию прибора B2900, проверьте его состояние и изучите предупредительные указания в тексте данного Руководства. Предупредительные указания в отношении определенных процедур содержатся в соответствующих местах этого Руководства.

3.2.2 Условия эксплуатации

Условия эксплуатации прибора B2900 приведены в подразделе 2.5.9 на стр. 41. В принципе допускается эксплуатация прибора B2900 только в помещениях, в которых отсутствуют резкие колебания температуры.

Размеры прибора B2900 также указаны в подразделе 2.5.9. Вентилятор охлаждает прибор за счет всасывания воздуха с боковых сторон и отвода воздуха с задней стороны прибора. Для обеспечения надлежащей циркуляции воздуха следует установить прибор в таком месте, где обеспечивается достаточное свободное место по бокам и с задней стороны прибора.

3.2.3 Присоединение сетевого шнура

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ Пожароопасно!

Применяйте только сетевой шнур, который прилагается к прибору. Применение сетевого шнура другого типа может привести к его перегреву и возгоранию.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ Опасность поражения электрическим током!

Сетевой шнур обеспечивает заземление шасси прибора через третий провод защитного заземления. Присоедините сетевой шнур к сетевой розетке, оборудованной защитным контактом.

ПРИМЕЧАНИЕ

Отсоединяемый сетевой шнур можно использовать для экстренного отсоединения прибора от электросети.

Присоедините сетевой шнур к гнезду сетевого ввода IEC 320 на задней панели прибора. Если вы обнаружите, что к прибору прилагается неподходящий сетевой шнур, обращайтесь в ближайший сервисный центр компании Agilent Technologies.

Прибор оборудован универсальным сетевым входом, рассчитанным на сетевое напряжение от 100 В до 240 В.

3.2.4 Установка частоты сетевого напряжения

В приборе необходимо установить частоту сетевого напряжения в соответствии с номинальной частотой сетевого напряжения на месте эксплуатации прибора. Нажмите следующие функциональные клавиши, чтобы установить частоту сетевого напряжения на 50 Гц или 60 Гц.

- Для установки на 50 Гц: More > System > PLC > 50 Hz.
- Для установки на 60 Гц: More > System > PLC > 60 Hz.

3.2.5 Установка прибора на рабочем столе

Не загромождайте вентиляционные отверстия по бокам и на задней панели прибора. При установке прибора на столе должны обеспечиваться минимальные зазоры в 5 мм по бокам и 100 мм с задней стороны блока.

Для удобства работы с прибором вы можете установить его в наклонном положении с опорой на ручку для переноски. Чтобы отрегулировать ручку, возьмитесь за ее шарниры и оттяните их наружу. Затем поверните ручку в нужное положение.



3.2.6 Установка прибора в стойку

ПРИМЕЧАНИЕ

Для установки прибора Agilent B2900 в стойку пользуйтесь комплектом для монтажа в стойку (опция 1CM).

Прибор Agilent B2900 можно установить в стойку 19-дюймового шкафа EIA. Он рассчитан на место для двух стандартных блоков (2U).

Перед установкой прибора B2900 в стойку снимите с него передний и задний резиновые амортизаторы, а также ручку для переноски.

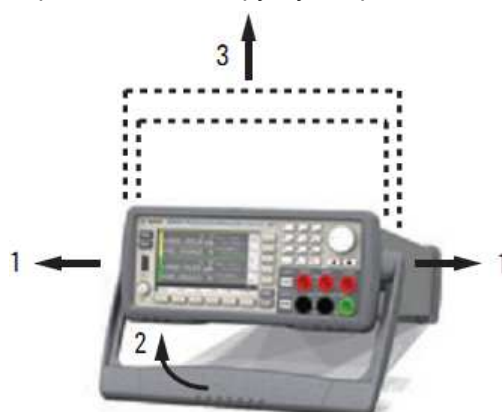
Не загромождайте вентиляционные отверстия по бокам и на задней панели прибора.

Как снять амортизатор

Растяните резиновый амортизатор за угол и снимите его с корпуса прибора.

Как снять ручку для переноски

1. Возьмитесь за шарниры ручки и оттяните их в разные стороны. Это позволит вам поворачивать ручку.
2. Поверните ручку в вертикальное положение, затем установите прибор горизонтально.
3. Оттяните шарниры ручки в стороны и снимите ручку вверх.



ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

При установке ручки на место обратите внимание на ее направление. Неправильная установка может привести к механическим повреждениям.

3.3 Технический уход

Для поддержания прибора Agilent B2900 в хорошем состоянии необходим регулярный технический уход. При возникновении проблем обращайтесь в ближайший сервисный центр компании Agilent Technologies.

Материал этого раздела изложен в следующих подразделах:

- 3.3.1 Очистка от загрязнений
- 3.3.2 Самопроверка
- 3.3.3 Самокалибровка
- 3.3.4 Калибровка

3.3.1 Очистка от загрязнений

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ Опасность поражения электрическим током!

Во избежание поражения электрическим током отсоединяйте прибор B2900 от электросети, прежде чем приступать к очистке от загрязнений.

Протрите внешние поверхности корпуса сухой или слегка увлажненной тряпкой. Не применяйте моющие средства и химические растворители. Не пытайтесь заниматься чисткой компонентов внутри прибора.

3.3.2 Самопроверка

Прибор Agilent B2900 реализует функцию самопроверки для проверки его функционирования. Самопроверка выполняется автоматически после включения прибора. Рекомендуется выполнять самопроверку при указанных ниже условиях и для указанных целей. Перед выполнением самопроверки следует выключить выход канала и отсоединить от прибора все измерительные и прочие кабели.

- Когда канал находится в состоянии блокировки вследствие перегрева.
В этом состоянии на экране с серым фоном появляется диалоговое окно Emergency. (Это окно не появляется в режиме дистанционного управления, когда выключен дисплей). Светится индикатор Error и не работает выключатель канала **On/Off**.
Выполните самопроверку, чтобы разблокировать канал. Каналом можно будет пользоваться снова, если самопроверка не обнаружит неполадку.
- Когда вы подозреваете, что прибор неисправен.
- Для целей профилактического технического ухода.

Как выполнять самопроверку

Самопроверку выполняют в соответствии с описанной ниже процедурой.

1. Если прибор находится в режиме дистанционного управления, нажмите клавишу **Cancel/Local**.
2. Нажмите кнопку выключателя **On/Off** и убедитесь в том, что погасла подсветка этой кнопки.
3. Отсоедините от прибора все измерительные и прочие кабели.
4. Нажмите следующие функциональные клавиши:
More > System > Cal/Test > Self-Test.
Открывается диалоговое окно подтверждения.
5. Нажмите экранную клавишу OK, чтобы запустить самопроверку.

3.3.3 Самокалибровка

Прибор Agilent B2900 реализует функцию самокалибровки для поддержания точности измерений. Выполняйте самокалибровку, когда температура окружающей среды изменится на $\pm 3^{\circ}\text{C}$ или больше. Это важно для точных измерений, чтобы свести к минимуму влияние температурного дрейфа. Перед выполнением самокалибровки следует выключить выход канала и отсоединить от прибора все измерительные и прочие кабели.

Как выполнять самокалибровку

Самокалибровку выполняют в соответствии с описанной ниже процедурой.

1. Если прибор находится в режиме дистанционного управления, нажмите клавишу **Cancel/Local**.
2. Нажмите кнопку выключателя **On/Off** и убедитесь в том, что погасла подсветка этой кнопки.
3. Отсоедините от прибора все измерительные и прочие кабели.
4. Нажмите следующие функциональные клавиши:
More > System > Cal/Test > Self-Cal.
Открывается диалоговое окно подтверждения.
5. Нажмите экранную клавишу ОК, чтобы запустить самокалибровку.

3.3.4 Калибровка

Следует периодически выполнять калибровку и регулировку прибора для поддержания его соответствия опубликованным техническим характеристикам. Рекомендуется выполнять калибровку не реже одного раза в год. Для выполнения калибровки и регулировки прибора обращайтесь в сервисный центр компании Agilent Technologies, где эти операции выполнит обученный персонал технического сервиса.

3.4 Присоединение объекта испытаний

В этом разделе описаны процедуры присоединения объектов испытаний к выходным и входным гнездам прибора Agilent B2900.

ПРИМЕЧАНИЕ

Перед изменением соединений выключайте выход канала. Несоблюдение этого указания может привести к повреждению объекта испытаний.

Чтобы выключить выход канала, нажмите кнопку выключателя **On/Off** и убедитесь в том, что погасла подсветка этой кнопки.

В этом разделе приведены следующие описания:

- 3.4.1 Двухпроводная или четырехпроводная схема соединений
- 3.4.2 Плавающее присоединение
- 3.4.3 Применение измерительных кабелей
- 3.4.4 Применение контактирующего приспособления N1295A
- 3.4.5 Применение контактирующего приспособления 16442B
- 3.4.6 Защита от токов утечки
- 3.4.7 Измерение слабых токов
- 3.4.8 Монтаж цепи блокировки

ПРИМЕЧАНИЕ Присоединение цепи блокировки

Прибор B2900 реализует функцию блокировки для предохранения пользователя от поражения электрическим током при выходном напряжении свыше ± 42 В. Когда разомкнут вывод блокировки у соединителя Digital I/O, прибор B2900 *не может* выводить высокое напряжение.

Для выполнения измерений с высоким выходным напряжением следует присоединить вывод блокировки к цепи блокировки, как описано в подразделе 3.4.8.

3.4.1 Двухпроводная или четырехпроводная схема соединений

Для присоединения объекта испытаний вы можете выбрать двухпроводную или четырехпроводную схему соединений.

Если вы хотите упростить соединения, применяйте двухпроводную схему, которая реализуется путем присоединения только гнезд Force; гнезда Sense остаются при этом свободными. Гнезда Force можно использовать для подачи и измерения постоянного напряжения или тока.

Для реализации четырехпроводного соединения, при котором производится измерение в удаленных точках (это называется также кельвиновским соединением), пользуются гнездами Force и Sense. Соединение между собой проводов Force и Sense на выводах объекта испытаний сводит к минимуму погрешность измерений, обусловленную сопротивлением измерительных проводов или кабелей. Этот тип соединения эффективно действует при измерении малых сопротивлений и больших токов.

Чтобы задать тип соединения (Sensing Type), действуйте следующим образом:

1. Нажмите функциональные клавиши Config > Source > Connection. При этом открывается диалоговое окно Output Connection.
2. Установите тип соединения (Sensing Type) в этом диалоговом окне. Выберите вариант 2-WIRE для двухпроводного соединения или 4-WIRE для четырехпроводного соединения.
3. Нажмите функциональную клавишу ОК. Для четырехпроводного соединения появляется следующий индикатор в режиме отображения Single или Dual.

Индикатор четырехпроводного соединения:

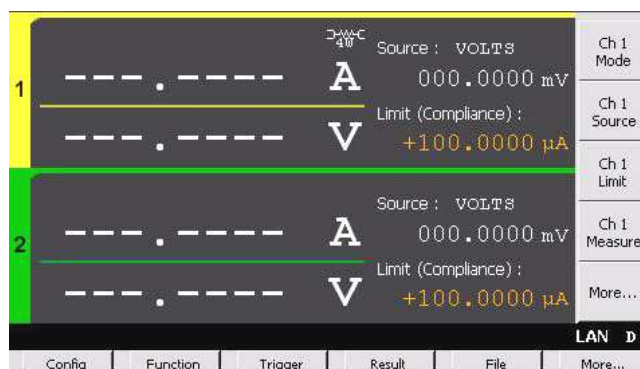


Рис. 3-3 Установка четырехпроводного соединения для канала 1; режим отображения Dual

3.4.2 Плавающее присоединение

В принятой по умолчанию установке параметров низкопотенциальные гнезда Low Force и Low Sense соединены с заземленным шасси прибора. Однако их можно отсоединить от земли для выполнения плавающего присоединения.

Чтобы задать состояние низкопотенциальных гнезд (заземленное или плавающее), действуйте следующим образом:

1. Нажмите функциональные клавиши Config > Source > Connection. При этом открывается диалоговое окно Output Connection.
2. Установите в этом окне состояние низкопотенциальных гнезд (Low Terminal State): заземленное (GROUNDED) или плавающее (FLOATING).
3. Нажмите экранную клавишу ОК.

Для индикации плавающего состояния на экране (в области индикации состояния) появляется показанный ниже индикатор. Тогда появляется возможность присоединения гнезд Low Force и Low Sense к точкам с потенциалом до ± 250 В.

Индикатор плавающего состояния канала 1:



Индикатор плавающего состояния канала 2:



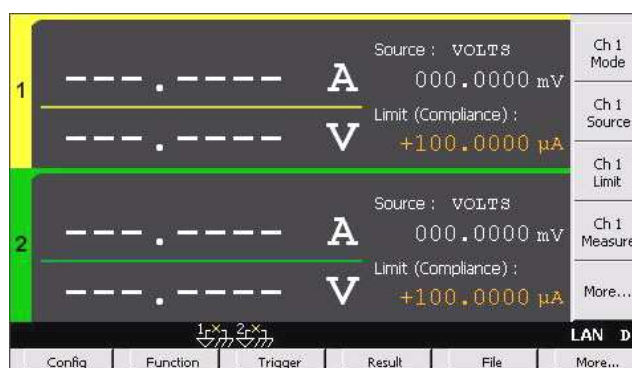


Рис. 3-4 Плавающее состояние каналов 1 и 2; режим отображения Dual

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Максимальный постоянный ток по цепи заземления шасси составляет 3 А.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

На гнездах Low Force и Low Sense может действовать потенциально опасное напряжение до ± 250 В. Во избежание поражения электрическим током применяйте принадлежности, которые соответствуют требованиям стандарта IEC 61010-2-031. Гнезда и провода должны быть заизолированы с помощью изоляционных колпачков, трубок и т.п.

3.4.3 Применение измерительных кабелей

Входные и выходные выводы прибора B2900 оформлены в виде однополюсных гнезд. Для соединения прибора с объектом испытаний выпускаются перечисленные ниже измерительные кабели. На рис. 3-5 показаны схемы соединений прибора с объектом испытаний, который представляет собой двухполюсник.

- Комплект измерительных кабелей Agilent U8201A Combo

Пара измерительных кабелей, измерительные пробники, зажимы типа "крокодил", захваты SMT, пробники с тонкими наконечниками и однополюсные вилки. Категория измерений CAT III 1000 V, максимум 15 А.

Для четырехпроводных соединений необходимы два таких комплекта.



- Набор кельвиновских пробников Agilent 11059A

Измерительные кабели для четырехпроводных соединений, максимальное напряжение 42 В



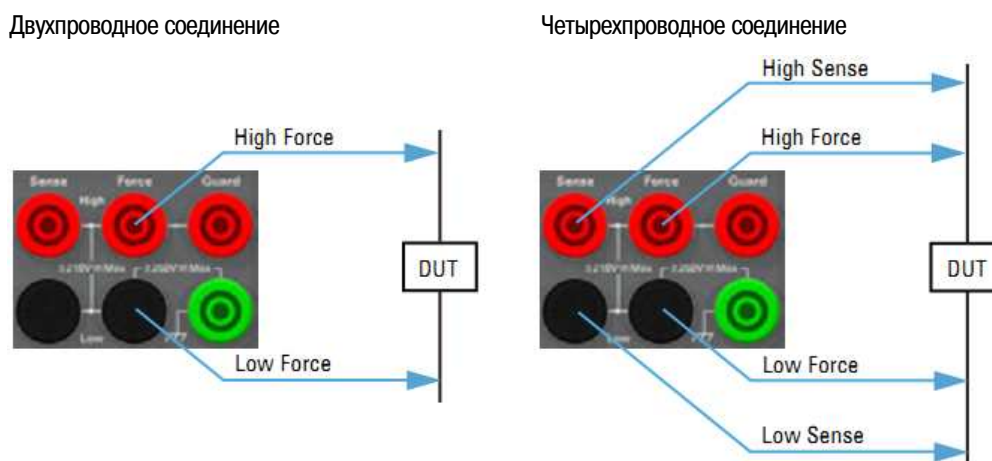


Рис. 3-5 Присоединение объекта испытаний, представляющего собой двухполюсник

3.4.4 Применение контактирующего приспособления N1295A

Контактирующее приспособление Agilent N1295A имеет четыре триаксиальных соединителя. Это контактирующее приспособление поддерживает двухпроводные соединения.

Необходимые компоненты

- Контактирующее приспособление Agilent N1295A, снабженное четырьмя проводами с миниатюрными зажимами и двумя проводами со штырьками
- Agilent N1294A-001 – переходник "однополюсное гнездо – триаксиальный соединитель" для двухпроводных соединений
- Триаксиальный кабель – 2 шт. для одного двухпроводного соединения

Присоединение

1. Присоедините к выходным и входным гнездам прибора B2900 переходник "однополюсное гнездо – триаксиальный соединитель".
2. Присоедините триаксиальные кабели между переходником и контактирующим приспособлением N1295A, как показано на рис. 3-6.
3. Присоедините объект испытаний между выводами 1 и 2, как показано на рис. 3-6.

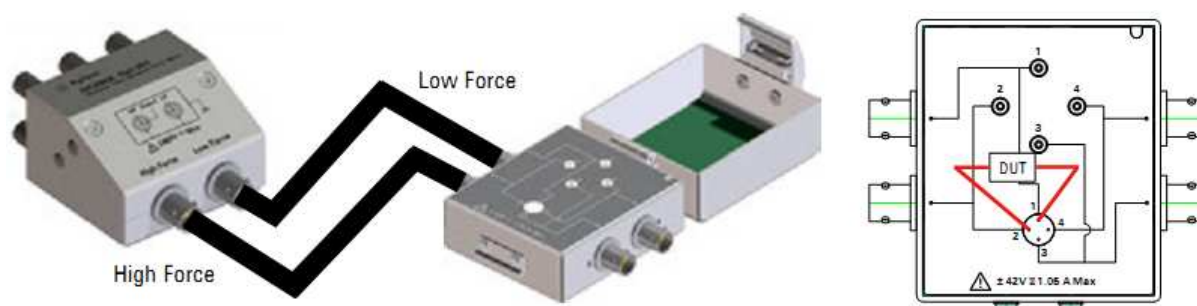


Рис. 3-6 Пример присоединения контактирующего приспособления N1295A

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ Максимальные значения напряжения и тока

Во избежание повреждений следует соблюдать следующие ограничения в применении контактирующего приспособления и переходников:

- Agilent N1294A-001: максимальное напряжение ± 250 В или ± 42 В при подключении N1295A
- Agilent N1294A-002: максимальное напряжение ± 250 В или ± 42 В при подключении N1295A
- Agilent N1295A: максимальное напряжение ± 42 В, максимальный ток 1,05 А

ПРИМЕЧАНИЕ**Экранирование**

Контактирующее приспособление N1295A оборудовано крышкой. Для минимизации воздействия внешних помех закрывайте крышку при выполнении измерений.

3.4.5 Применение контактирующего приспособления 16442B

Контактирующее приспособление Agilent 16442B имеет шесть триаксиальных соединителей для блока источника-измерителя (SMU), соединитель GNDU для блока опорного заземления анализатора параметров или устройств, соединитель Intlk для управления блокировкой и шесть коаксиальных соединителей для других приборов. За подробным описанием этого контактирующего приспособления и его принадлежностей обращайтесь к Руководству для пользователя *Agilent 16442B User's Guide*.

Необходимые компоненты

- Контактирующее приспособление Agilent 16442B, снабженное проводом с миниатюрным зажимом, проводом со штырьком и т.п.
- Agilent N1294A-001 – переходник "однополюсное гнездо – триаксиальный соединитель" для двухпроводных соединений
- Agilent N1294A-002 – переходник "однополюсное гнездо – триаксиальный соединитель" для четырехпроводных соединений
- Триаксиальный кабель – 2 шт. для двухпроводных соединений и 3 шт. для четырехпроводных соединений.

Присоединение

1. Присоедините к выходным и входным гнездам прибора B2900 переходник "однополюсное гнездо – триаксиальный соединитель".
2. Присоедините триаксиальные кабели между переходником и контактирующим приспособлением 16442B, как показано на рис. 3-7.
3. Присоедините объект испытаний (DUT), как показано на рис. 3-8. Применяйте штатные принадлежности приспособления 16442B, гнездовой модуль, холостую панель и провода, подходящие для объекта испытаний.

При двухпроводном соединении присоедините объект испытаний между контактными выводами SMU N и SMU N+1 (где N = 1, 3 или 5) на монтажной панели приспособления 16442B.

При четырехпроводном соединении присоедините провод между выводами High Force и High Sense, а также между выводами Low Force и Low Sense на монтажной панели 16442B. Присоедините объект испытаний между контактными выводами SMU N или N+1 (N = 1 или 5) и SMU N+2 или GNDU.



Рис. 3-7 Присоединение переходников N1294A к контактирующему приспособлению 16442B

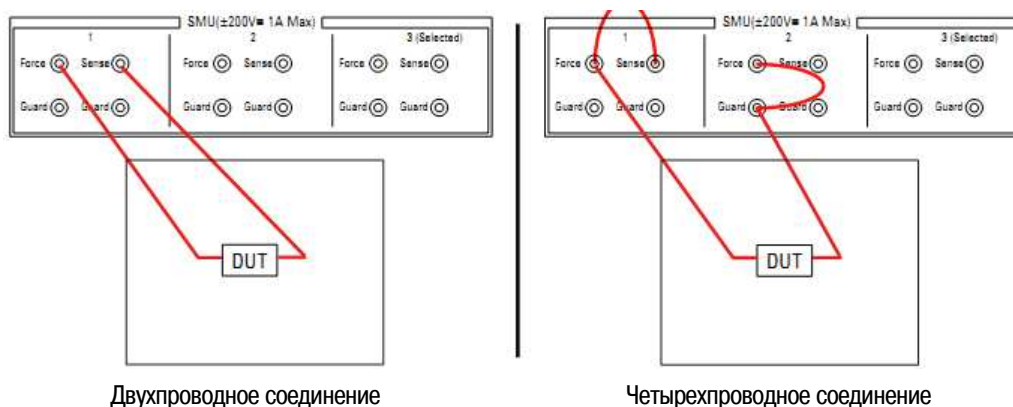


Рис. 3-8 Монтажная панель 16442В

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ Максимальные значения напряжения и тока

Во избежание повреждений следует соблюдать следующие ограничения в применении контактирующего приспособления и переходников:

- Agilent N1294A-001: максимальное напряжение ± 250 В или ± 42 В при подключении 16442В
- Agilent N1294A-002: максимальное напряжение ± 250 В или ± 42 В при подключении 16442В
- Agilent 16442В: максимальное напряжение ± 200 В, максимальный ток 1 А для входа SMU

ПРИМЕЧАНИЕ Экранирование

Контактирующее приспособление 16442В оборудовано крышкой. Для минимизации воздействия внешних помех закрывайте крышку при выполнении измерений.

ПРИМЕЧАНИЕ Высоковольтные измерения

Когда разомкнут контактный вывод блокировки у соединителя Digital I/O, прибор B2900 не может подавать напряжение выше ± 42 В. Для выполнения высоковольтных измерений необходимо присоединить прибор B2900 к цепи блокировки, смонтированной в контактирующем приспособлении 16442В.

Приготовьте кабель блокировки N1294A-011 или 012 и присоедините его между соединителем Digital I/O прибора B2900 и соединителем Intlk контактирующего приспособления 16442В. Тогда прибор B2900 сможет подавать высокое напряжение, когда закрыта крышка контактирующего приспособления.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

На гнездах High Force, High Sense и Guard может присутствовать потенциально опасное напряжение до ± 250 В, когда закрыта крышка контактирующего приспособления 16442В. Во избежание поражения электрическим током *не оголяйте* эти цепи.

3.4.6 Защита от токов утечки

Для защиты от токов утечки между прибором и объектом испытаний применяется защитная цепь (Guard). Это особенно важно при измерениях слабых токов. Принцип действия защитной цепи проиллюстрирован на рис. 3-9.

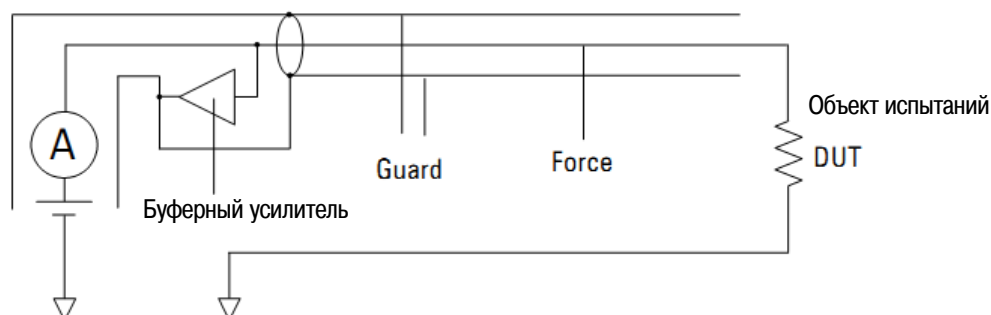


Рис. 3-9 Схема присоединения защитной цепи

Буферный усилитель (повторитель напряжения) поддерживает потенциал защитной цепи Guard равным потенциалу провода Force, благодаря чему ток между этими цепями равен нулю. Таким образом, прибор измеряет только ток, протекающий через объект измерений (без дополнительных токов утечки).

В примерах соединений, показанных на рис. 3-6 и 3-7, защитная цепь удлиняется до соединителей контактирующего приспособления через триаксиальные кабели.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Ни в коем случае не присоединяйте гнездо Guard (защитная цепь) к каким-либо выходным гнездам, включая гнездо общего провода, гнездо шасси прибора или любое другое гнездо защитной цепи. Это приведет к повреждению прибора B2900.

3.4.7 Измерение слабых токов

В принятой по умолчанию установке параметров прибора не задействованы пределы измерения тока 10 нА и 100 нА. Для измерения слабых токов следует изменить установку пределов измерения.

Как изменить предел измерения

1. Нажмите клавишу **View**, чтобы получить режим отображения Single.

Если в нижней половине экрана не отображаются параметры предела измерений (Range), нажмите вспомогательную клавишу More, Hide Sweep, Hide Pulse или Hide Trigger, чтобы вывести на экран параметры предела измерений.

2. Измените установку в поле Measure Amps параметров Range.

Установите AUTO для автоматического выбора предела измерения или FIXED для фиксированного предела.

Установите 10 нА или 100 нА для минимального или фиксированного предела измерения.

3.5 Монтаж цепи блокировки

Цепь блокировки представляет собой простую электрическую цепь, как показано на рис. 3-10. Эта цепь размыкается, когда открывается дверца доступа, и замыкается, когда закрывается дверца доступа.

Прибор B2900 не может подавать высокое (выше ± 42 В) напряжение, когда разомкнут вывод блокировки у соединителя Digital I/O. Для выполнения высоковольтных измерений необходимо соединить этот вывод с цепью блокировки, смонтированной в экранирующей коробке. Цепь блокировки необходима для предотвращения поражения пользователя электрическим током, когда он прикасается к измерительным выводам.

Экранирующая коробка

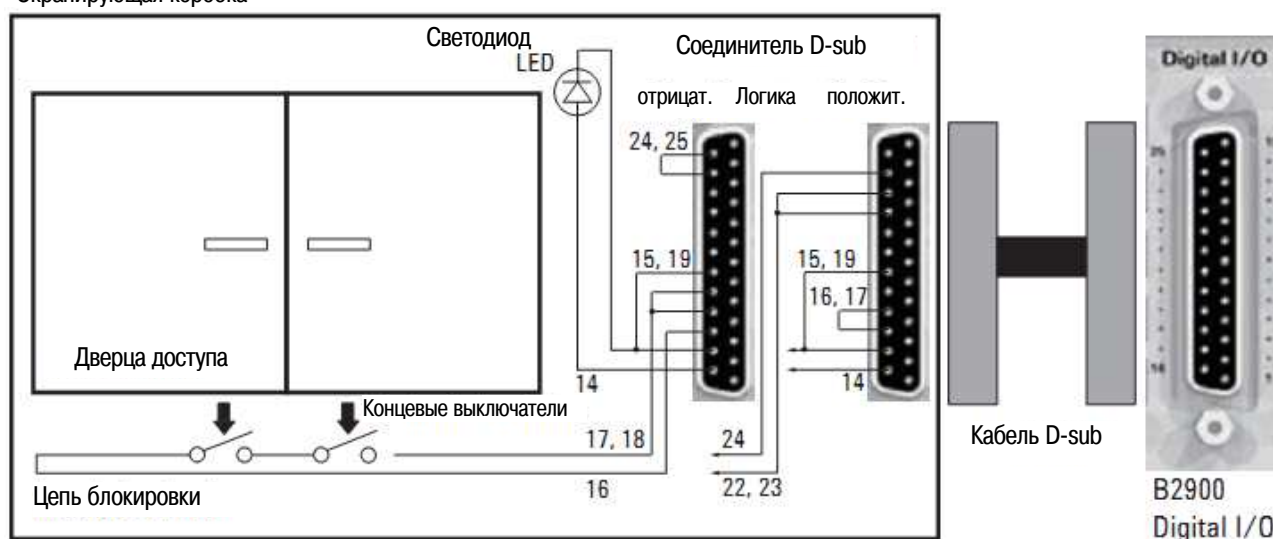


Рис. 3-10 Цепь блокировки

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

На гнездах High Force, High Sense и Guard может присутствовать потенциально опасное напряжение до ± 250 В, когда замкнута цепь блокировки. Во избежание поражения электрическим током *не оголяйте* эти цепи.

Необходимые компоненты

- Светодиод (номер изделия Agilent: 1450-0641) – 1 шт.
- Концевой выключатель (номер изделия Agilent: 3101-0302 или 3101-3241) – 2 шт.
- 25-контактный соединитель D-sub (для проводки, смонтирован на экранирующей коробке) – 1 шт.
- Соединительные провода
- Кабель с 25-контактными соединителями D-sub – 1 шт.

Процедура

1. Установите в экранирующую коробку два концевых выключателя так, чтобы выключатели замыкались, когда закрыта дверца доступа, и размыкались при открывании дверцы. Размеры концевых выключателей указаны на рис. 3-12 и 3-13.
2. Смонтируйте светодиод на экранирующей коробке. Размеры светодиода указаны на рис. 3-11.
Этот светодиод используется в качестве индикатора высокого напряжения, который светится, когда прибор B2900 находится в режиме подачи высокого напряжения.
3. Установите на экранирующую коробку соединитель D-sub.
4. Соедините проволочными перемычками указанные ниже контактные выводы этого соединителя. Пример соединений показан на рис. 3-10.

Для отрицательной логики: контактные выводы 24 и 25.

Для положительной логики: контактные выводы 16 и 17.

5. Возьмите провод и соедините два концевых выключателя последовательно между указанными ниже контактными выводами соединителя D-sub. Чтобы выяснить назначение контактных выводов соединителя D-sub, обращайтесь к таблице 3-1 на стр. 66.

Для отрицательной логики: контактный вывод 16 и какие-либо контактные выводы GND (к ним относятся вывод 15 и выводы 17 ÷ 21).

Для положительной логики: контактный вывод 24 и какие-либо контактные выводы +5В (к ним относятся выводы 22, 23 и 25).

6. Возьмите провод и присоедините светодиод к контактному выводу 14 и каким-либо контактным выводам GND соединителя D-sub. Затем установите назначение контактного вывода 14 как HIGH VOLTAGE LAMP (см. подраздел 4.10.6).

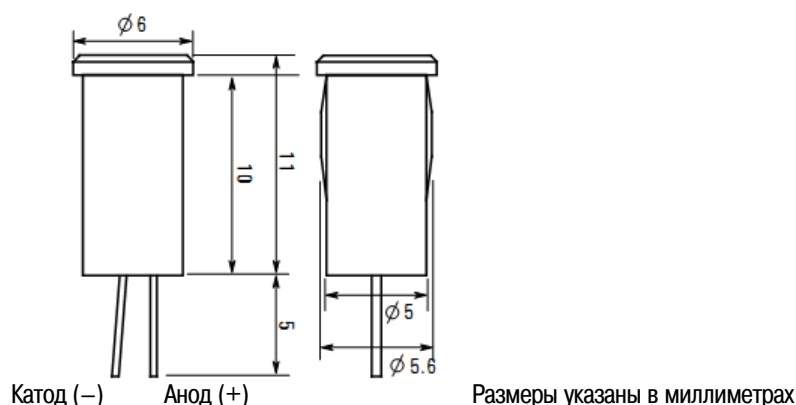
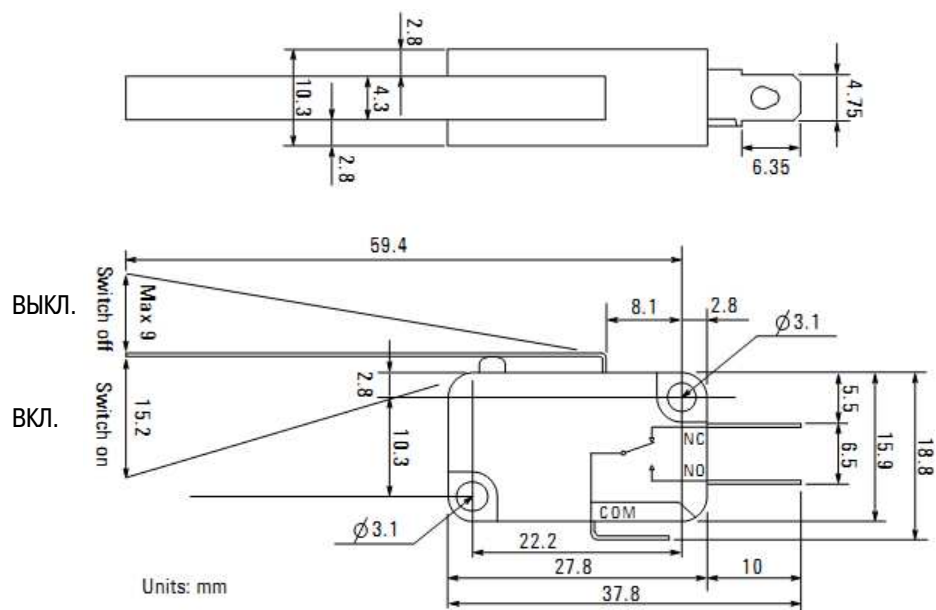
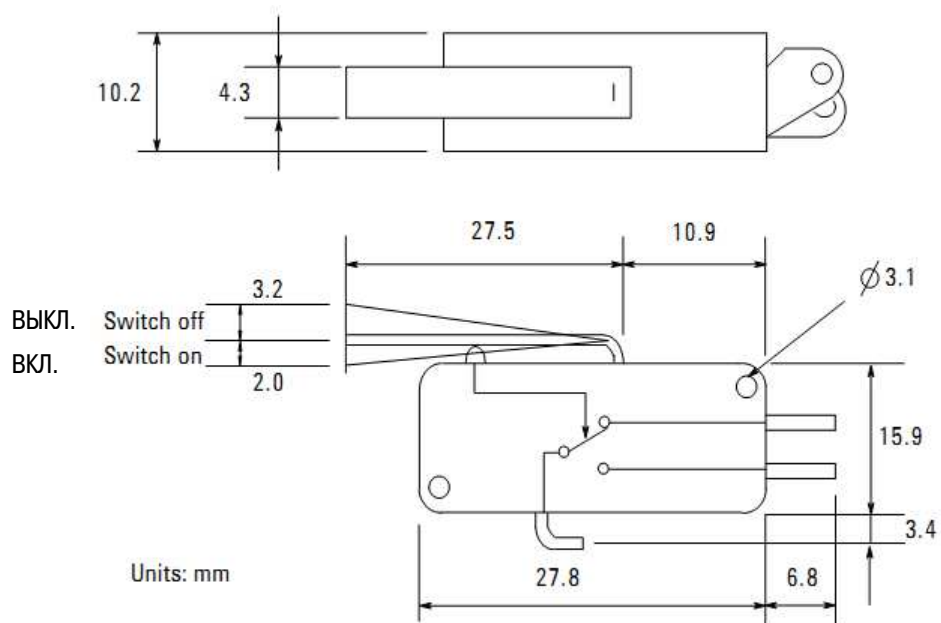


Рис. 3-11 Размеры светодиода (номер изделия Agilent: 1450-0641)



Размеры указаны в миллиметрах

Рис. 3-12 Размеры концевого блокировочного выключателя (номер изделия Agilent: 3101-0302)

Размеры указаны в миллиметрах

Рис. 3-13 Размеры концевого блокировочного выключателя (номер изделия Agilent: 3101-3241)

3.6 Присоединение интерфейсов

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Электростатические разряды свыше 1 кВ вблизи соединителей интерфейсов могут вызвать сбой в работе прибора и потребовать вмешательства оператора.

Прибор B2900 поддерживает интерфейсы GPIB, LAN и USB. Все три интерфейса включаются при включении прибора. Присоедините интерфейсный кабель к соединителю соответствующего интерфейса. Далее в этом разделе описано, как сконфигурировать интерфейсы.

Индикатор LAN на передней панели светится, когда присоединен и сконфигурирован порт локальной сети (LAN).

Прибор B2900 обеспечивает контроль соединения Ethernet. Во время контроля соединения Ethernet непрерывно контролируется и автоматически переконфигурируется порт LAN.

3.6.1 Интерфейсы GPIB и LAN

ПРИМЕЧАНИЕ

За подробной информацией о соединениях интерфейсов GPIB и USB обращайтесь к руководству *Connectivity Guide*, которое устанавливается с пакетом библиотечных программ Agilent IO Libraries.

Описанная ниже процедура поможет вам быстро присоединить ваш прибор к универсальной интерфейсной шине (GPIB). На следующем рисунке показана типичная система с интерфейсами GPIB



1. Если вы еще не сделали это, установите на ваш компьютер пакет библиотечных программ Agilent IO Libraries Suite с прилагаемого к вашему прибору компакт-диска.
2. Если в вашем компьютере не установлена плата интерфейса GPIB, то выключите компьютер и установите плату GPIB.
3. Присоедините ваш прибор к плате интерфейса GPIB с помощью интерфейсного кабеля GPIB.
4. Воспользуйтесь утилитой Connection Expert из пакета программ Agilent IO Libraries Suite, чтобы сконфигурировать параметры установленной платы интерфейса GPIB.
5. Прибор B2900 поставляется с адресом GPIB, установленным на 23. Чтобы посмотреть или изменить адрес GPIB, нажмите функциональную клавишу More, затем экранные клавиши IO > GPIB. Появляется диалоговое окно GPIB Configuration.
Чтобы изменить адрес GPIB, пользуйтесь поворотной ручкой или клавишами ◀ и ▶, затем нажмите экранную клавишу OK, чтобы установить это значение.
6. Теперь вы можете пользоваться функцией Interactive IO утилиты Connection Expert для взаимодействия с вашим прибором или программировать ваш прибор с применением различных сред программирования.

Описанная ниже процедура поможет вам быстро присоединить ваш прибор к универсальной последовательной шине (USB). На следующем рисунке показана типичная система с интерфейсами USB.



1. Если вы еще не сделали это, установите на ваш компьютер пакет библиотечных программ Agilent IO Libraries Suite с прилагаемого к вашему прибору компакт-диска.
2. Присоедините порт USB Device, расположенный на задней панели прибора, к порту USB на вашем компьютере.
3. С помощью утилиты Connection Expert из пакета программ Agilent IO Libraries Suite компьютер автоматически опознает прибор. Это может занять несколько секунд. Когда прибор будет опознан, на экране компьютера появится псевдоним VISA, строка IDN и адрес VISA. Эта информация находится в папке USB.
Вы можете также вызвать адрес VISA с передней панели. Нажмите функциональную клавишу More, затем экранные клавиши I/O > USB. Тогда адрес VISA появится в диалоговом окне USB Status.
4. Теперь вы можете пользоваться функцией Interactive IO утилиты Connection Expert для взаимодействия с вашим прибором или программировать ваш прибор с применением различных сред программирования.

3.6.2 Интерфейс LAN

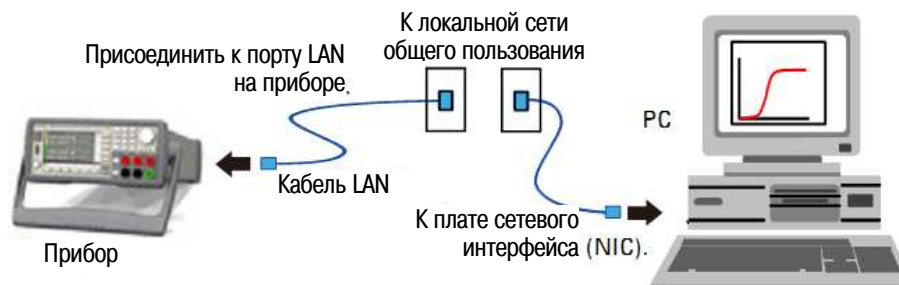
ПРИМЕЧАНИЕ

За подробной информацией о соединениях интерфейса LAN обращайтесь к руководству *Connectivity Guide*, которое устанавливается с пакетом библиотечных программ Agilent IO Libraries.

Описанная ниже процедура поможет вам быстро присоединить ваш прибор к локальной сети (LAN) и сконфигурировать его.

Присоединение к локальной сети общего пользования

Локальная сеть общего пользования представляет собой локальную сеть, в которой приборы с интерфейсом LAN и компьютеры присоединяются к сети через маршрутизаторы, концентраторы и/или коммутаторы. Обычно это крупные сети с централизованным управлением и с такими службами, как DHCP и DNS.



1. Если вы еще не сделали это, установите на ваш компьютер пакет библиотечных программ Agilent IO Libraries Suite с прилагаемого к вашему прибору компакт-диска.
2. Присоедините прибор к локальной сети общего пользования. В состоянии поставки прибора с завода установки параметров LAN сконфигурированы на автоматическое получение IP-адреса от сети с помощью сервера DHCP (задействован протокол DHCP).

Имейте в виду, что эта процедура может занять до одной минуты. Сервер DHCP должен зарегистрировать имя хоста для прибора с помощью динамического сервера DNS. Тогда для взаимодействия с прибором можно будет использовать имя хоста, а также IP-адрес. Индикатор LAN на передней панели прибора должен засветиться зеленым, когда будет успешно сконфигурирован порт LAN, или красным в случае неудачного исхода конфигурирования.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если вам нужно сконфигурировать вручную какие-либо установки параметров LAN у прибора, обращайтесь к подразделу 4.10.5 за информацией о конфигурировании установок параметров LAN с передней панели прибора.

3. Воспользуйтесь утилитой Connection Expert из программного пакета Agilent IO Libraries Suite, чтобы добавить в список прибор B2900 и проверить соединение. Чтобы добавить прибор в список, вы можете запросить утилиту Connection Expert на обнаружение прибора. Если прибор не будет найден, добавьте прибор в список с использованием имени хоста или IP-адреса.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если это не работает, обращайтесь к разделу "Troubleshooting" в документе Agilent Technologies *USB/LAN/GPIB Interfaces Connectivity Guide*.

4. Теперь вы можете пользоваться функцией Interactive IO утилиты Connection Expert для взаимодействия с вашим прибором либо программировать прибор с применением различных сред программирования. Вы можете также воспользоваться Web-браузером на вашем компьютере для соединения с прибором, как описано ниже в подразделе 3.6.1.

Как посмотреть активное состояние LAN

Чтобы посмотреть действующие в настоящее время установки параметров LAN, нажмите функциональную клавишу More, затем экранные клавиши I/O > LAN > Status. Появляется диалоговое окно LAN status.

Имейте в виду, что действующие в данный момент установки параметров LAN для IP-адреса, маски подсети (Subnet Mask) и принятого по умолчанию межсетевого интерфейса (Default Gateway) могут отличаться от установок, заданных в диалоговом окне LAN Configuration, в зависимости от конфигурации сети. Если эти установки различаются, это означает, что сеть автоматически назначила собственные установки этих параметров.

Внесение изменений в установки параметров LAN

В состоянии поставки прибора B2900 с завода заранее сконфигурированные установки параметров должны работать в большинстве локальных сетей. Если вы хотите вручную изменить эти установки, нажмите функциональную клавишу More, затем экранные клавиши I/O > LAN > Config. Появляется диалоговое окно LAN Configuration.

ПРИМЕЧАНИЕ

При изменении имени хоста необходимо перезагрузить прибор B2900.

За описанием установки параметров LAN обращайтесь к подразделу 4.10.5.

3.7 Взаимодействие через локальную сеть

3.7.1 Применение графического Web-интерфейса

Блок источника-измерителя Agilent B2900 содержит встроенный графический Web-интерфейс, который позволяет управлять прибором с интернет-браузера на вашем компьютере. Здесь допускаются множественные одновременные соединения, но только с одного компьютера. С дополнительными соединениями могут ухудшаться рабочие характеристики. Не допускаются множественные соединения с нескольких компьютеров.

С помощью графического Web-интерфейса вы можете обращаться к функциям органов управления на передней панели, включая параметры конфигурации локальной сети. Это удобный способ взаимодействия с прибором B2900 без применения библиотек ввода-вывода или драйверов.

ПРИМЕЧАНИЕ

Встроенный графический Web-интерфейс работает только через интерфейс LAN. Он требует применения программ Internet Explorer 6+ или Firefox 2+. Нужен также модуль Java, который содержится в среде Java Runtime Environment (обращайтесь к сайту компании Sun Microsystems). Если вы применяете Internet Explorer 7, то открывайте для каждого соединения отдельное окно браузера.

В состоянии поставки прибора с завода графический Web-интерфейс задействован. Чтобы запустить графический Web-интерфейс, действуйте следующим образом:

1. Откройте интернет-браузер на вашем компьютере.
2. Введите имя хоста вашего прибора или IP-адрес в поле Address браузера, чтобы запустить графический Web-интерфейс. Появляется начальная страница B2900:



3. Чтобы приступить к управлению вашим прибором, нажмите кнопку Browser Web Control на расположенной слева навигационной панели.
4. Для получения дополнительной справочной информации о какой-либо странице нажмите экранную кнопку "Help with this Page".

При желании вы можете контролировать доступ к графическому Web-интерфейсу с применением защиты паролем. В состоянии поставки прибора с завода установлен пароль *agilent*. Чтобы изменить пароль, нажмите кнопку View & Modify Configuration. За дополнительной информацией об установке пароля обращайтесь к онлайн-овой справочной системе.

3.7.2 Применение сетевого теледоступа (Telnet)

Утилита Telnet (как и двусторонние каналы связи) позволяет реализовать другой способ взаимодействия с прибором B2900 без применения библиотек ввода-вывода и драйверов. В любом случае вы должны сначала установить соединение LAN между компьютером и прибором B2900, как описано выше.

В командном окошке MS-DOS введите: *telnet hostname 5024*, где *hostname* – это имя хоста прибора B2900 или IP-адрес, а 5024 – это порт Telnet прибора. Вы должны получить окошко сеанса Telnet с заголовком, указывающим на то, что вы соединены с прибором B2900. Теперь вы можете вводить команды SCPI.

3.7.3 Применение двунаправленных каналов связи (Sockets)

ПРИМЕЧАНИЕ

Прибор Agilent B2900 допускает применение любой комбинации до четырех одновременных соединений каналов данных, каналов управления и сетевого теледоступа.

Приборы Agilent стандартизованы на применение порта 5025 для услуг двунаправленных каналов связи SCPI. Канал данных (data socket) у этого порта можно использовать для передачи и приема команд ASCII/SCPI, запросов и ответов на запросы. Все команды должны завершаться разделителем строк для подлежащего анализу сообщения. Все ответы на запросы также завершаются разделителем строк.

Интерфейс программирования каналов связи позволяет также реализовать соединение канала управления (control socket), который может использоваться клиентом для передачи команды device clear и приема запросов на обслуживание. В отличие от канала данных, который использует фиксированный номер порта, номер порта для канала управления изменяется; он должен быть получен путем передачи следующего запроса SCPI на канал данных: `SYSTem:COMMunicate:TCPIP:CONTRol?`

После получения номера порта можно разомкнуть соединение канала управления. Как и в случае канала данных, все команды на канал управления должны завершаться разделителем строк, и все ответы на запросы, возвращающиеся на канал управления, завершаются разделителем строк.

Чтобы передать команду device clear, следует послать строку "DCL" на канал управления. Когда прибор B2900 исполнит эту команду, он ответит строкой "DCL" обратно на канал управления.

Запросы на обслуживание разрешаются для каналов управления с помощью регистра Service Request Enable Register. Когда будут разрешены запросы на обслуживание, программа клиента прослушивает соединение управления. Когда SRQ принимает значение true, прибор посылает клиенту строку "SRQ +nn". Здесь "nn" – это значение байта состояния, которое может быть использовано клиентом для определения источника запроса на обслуживание.

3.8 Применение цифрового ввода-вывода (Digital I/O)

Прибор B2900 оборудован соединителем цифрового ввода-вывода (Digital I/O). Этот 25-контактный гнездовой соединитель служит для ввода-вывода цифровых данных общего назначения. Он может быть использован для следующих функций:

- Вход запуска
- Выход запуска
- Вход-выход цифровых сигналов
- Вход цифровых сигналов
- Вход сигнала начала испытания (SOT) (для манипуляторов компонентов)
- Выход индикации состояния "занято" (для манипуляторов компонентов)
- Выход сигнала конца испытания (EOT) (для манипуляторов компонентов)
- Управление блокировкой
- Выход индикации состояния высокого напряжения (совместно с входом-выходом цифровых сигналов DIO 14)

Назначение контактных выводов соединителя Digital I/O показано в таблице 2-1. Контактные выводы DIO 1 ÷ DIO 14 можно назначить одной из перечисленных выше функций, за исключением управления блокировкой. Чтобы установить функции DIO, нажмите функциональную клавишу More, затем экраны клавиши I/O > DIO > Config. За подробностями обращайтесь к подразделу 4.10.6.

На рис. 3-14 показана схема формирователя сигналов цифрового ввода-вывода, подключенного к каждому контактному выводу соединителя Digital I/O.

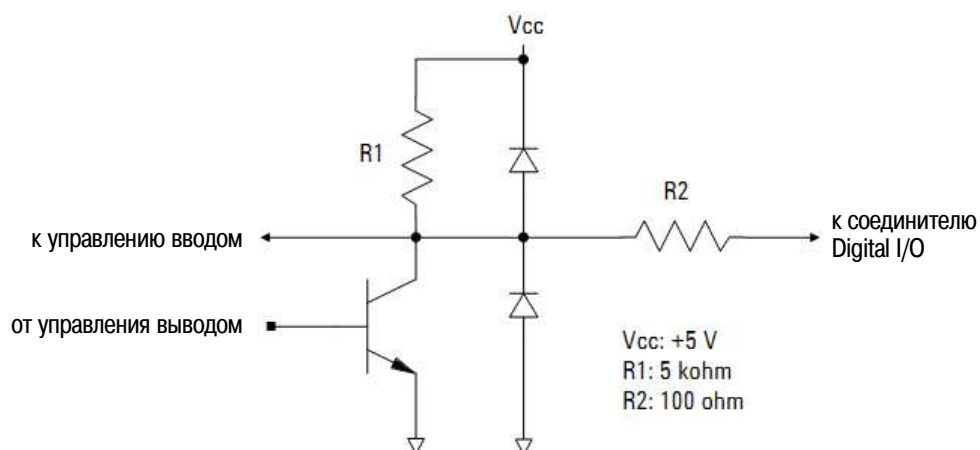


Рис. 3-14 Схема формирователя сигналов цифрового ввода-вывода

Таблица 3-1 Назначение контактных выводов соединителя Digital I/O

Описание	Номера контактных выводов		Описание
+5 В ^{a)}	25	13	DIO 13 (бит 13)
Управление блокировкой ^{b)}	24	12	DIO 12 (бит 12)
+5 В ^{a)}	23	11	DIO 11 (бит 11)
+5 В ^{a)}	22	10	DIO 10 (бит 10)
GND	21	9	DIO 9 (бит 9)
GND	20	8	DIO 8 (бит 8)
GND	19	7	DIO 7 (бит 7)
GND	18	6	DIO 6 (бит 6)
GND	17	5	DIO 5 (бит 5)
Управление блокировкой ^{c)}	16	4	DIO 4 (бит 4)
GND	15	3	DIO 3 (бит 3)
DIO 14 (бит 14) или состояние высокого напряжения	14	2	DIO 2 (бит 2)
		1	DIO 1 (бит 1)

а) Предельный ток 600 мА

b) Используется при положительной логике. Присоединяется к конт. 25 при отрицательной логике.

c) Используется при отрицательной логике. Присоединяется к конт. 17 при положительной логике.

4 Функции клавиш и дисплея

В этой главе приведена справочная информация о функциях клавиш и дисплея на передней панели прибора Agilent B2900. Эта информация изложена в следующих разделах:

- 4.1 Клавиши фиксированного назначения и поворотная ручка
- 4.2 Режимы отображения и вспомогательные клавиши
- 4.3 Функциональные клавиши
- 4.4 Группа клавиш Config
- 4.5 Группа клавиш Function
- 4.6 Группа клавиш Trigger
- 4.7 Группа клавиш Result
- 4.8 Группа клавиш File
- 4.9 Группа клавиш Program
- 4.10 Группа клавиш I/O
- 4.11 Группа клавиш Display
- 4.12 Группа клавиш System

4.1 Клавиши фиксированного назначения и поворотная ручка



Сетевой выключатель

Служит для включения и выключения прибора.

Клавиша Trigger

Служит для запуска однократного измерения. Нажатие этой клавиши во время повторяющихся измерений приводит к остановке измерений.

Клавиша Auto

Служит для запуска повторяющихся измерений. Нажатие этой клавиши во время повторяющихся измерений приводит к остановке измерений. Установка параметров запуска изменяется, как показано ниже.

- Acquire trigger (запуск измерения): Initiate
- ARM acquire count: Infinite
- ARM acquire source: AINT
- TRIGger acquire count (количество измерений): 100
- TRIGger acquire source (запуск измерений): AINT
- TRIGger acquire timer period (период измерений): 10 ms
- Trigger delay (задержка источника = задержка измерения): 0 s
- Trigger output (выход запуска): Disable
- Предел измерения: уровень ограничения, если выбран фиксированный предел измерения

Клавиша View

Служит для переключения режима отображения (см. раздел 4.2).

Клавиша Cancel/Local

Служит для отмены предыдущей операции установки параметров, когда прибор находится в состоянии локального управления (с передней панели). Когда прибор находится в состоянии дистанционного управления, то нажатие этой клавиши возвращает прибор в состояние локального управления.

Кнопка выключателя On/Off

Служит для включения и выключения канала SMU. Канал, который находится в состоянии вывода, выключается даже тогда, когда прибор работает в режиме дистанционного управления. Один выключатель у одноканальных приборов и два выключателя у двухканальных приборов.

Когда включен канал, кнопка выключателя подсвечивается зеленым.

Когда канал находится в состоянии высокого напряжения, кнопка выключателя подсвечивается красным.

Буквенно-цифровые клавиши

Этими клавишами пользуются для ввода значений таких параметров, как выходное значение источника, предельное значение (уровень ограничения), а также для ввода сообщений, определяемых указателем поля. Значение можно изменять, когда указатель поля находится в состоянии EDIT (имеет зеленый цвет).

Поворотная ручка

Когда указатель поля находится в состоянии MOVE (имеет синий цвет), вращение ручки приводит к перемещению указателя. Нажатием ручки фиксируется позиция указателя; при этом его состояние изменяется на EDIT (индикация зеленого цвета).

Когда указатель поля находится в состоянии EDIT (имеет зеленый цвет), вращение ручки приводит к изменению значения параметра, выделенного указателем. Нажатием ручки фиксируется выбранное значение; при этом состояние указателя изменяется на MOVE (индикация синего цвета).

Если указатель поля находится в состоянии EDIT (имеет зеленый цвет) на каком-нибудь поле, кроме поля Source или поля Limit (Compliance), то при вращении ручки изменяется значение параметра. При нажатии ручки это значение вводится в действие.

Если указатель поля находится в состоянии EDIT (имеет зеленый цвет) в поле Source или Limit (Compliance), то при вращении ручки изменяется значение параметра в реальном масштабе времени.

Если цифровой указатель находится на какой-либо цифре в поле ввода численного значения, то вращение ручки приводит к изменению цифры. Имейте в виду, что изменение значения с 9 на 0 или с 0 на 9 приводит к изменению значения соседней цифры.

Если цифровой указатель находится на десятичной точке в поле ввода численного значения, то вращение ручки приводит к перемещению десятичной точки.

Клавиши-стрелки ◀ и ▶

Когда указатель поля находится в состоянии MOVE (имеет синий цвет), нажатие клавиши-стрелки приводит к перемещению указателя.

Когда указатель поля находится в состоянии EDIT (имеет зеленый цвет), нажатие клавиши-стрелки приводит к изменению значения параметра, выделенного указателем.

Когда указатель поля находится в состоянии EDIT (имеет зеленый цвет) в поле ввода численного значения, нажатие клавиши-стрелки приводит к превращению указателя в цифровой указатель.

Когда цифровой указатель находится на какой-либо цифре в поле ввода численного значения, то нажатие клавиши-стрелки приводит к перемещению указателя по цифрам (разрядам).

4.2 Режимы отображения и вспомогательные клавиши

Прибор Agilent B2900 обеспечивает несколько режимов отображения, в зависимости от модели (как описано ниже). Режим отображения изменяют с помощью клавиши **View**. При каждом нажатии этой клавиши изменяется режим отображения следующим образом:

B2901A Single → Graph → (возврат на Single)

B2902A Dual → Single для канала 1 → Single для канала 2 → Graph → (возврат на Dual)

B2911A Single → Graph → Roll → (возврат на Single)

B2912A Dual → Single для канала 1 → Single для канала 2 → Graph → Roll → (возврат на Dual)

В каждом режиме отображения можно пользоваться пятью вспомогательными клавишами, расположенными справа от дисплея. Они назначаются таким экранным клавишам, как Mode, Source, Limit, Measure и More. Назначение экранных клавиш зависит от режима отображения.

Подробное описание режимов отображения и вспомогательных клавиш приведено в следующих подразделах:

4.2.1 Режим двухканального отображения (Dual View)

4.2.2 Режим одноканального отображения (Single View)

4.2.3 Режим отображения графиков (Graph View)

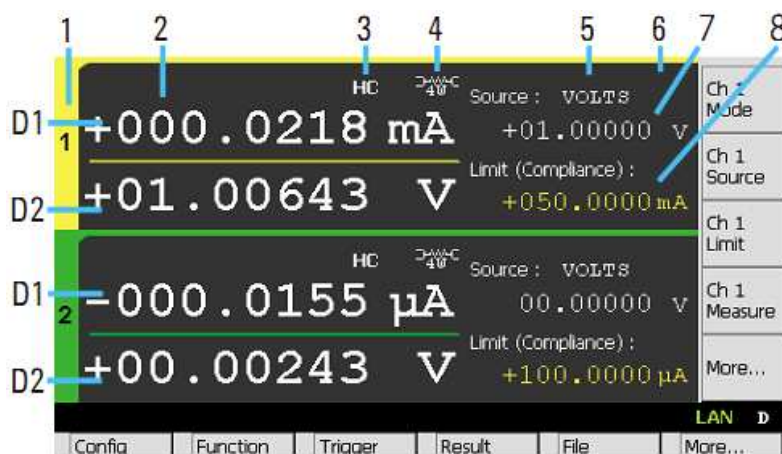
4.2.4 Режим графического отображения результатов регистрации данных (Roll View)

4.2.5 Индикация состояния

Индикация состояния является общей для всех режимов отображения. Эта информация отображается над нижними экранными клавишами, которые связаны с функциональными клавишами. Эта область экрана используется также для отображения системных сообщений и сообщений об ошибках.

4.2.1 Режим двухканального отображения (Dual View)

Этот режим отображения имеется у приборов B2902A и B2912A. Верхняя половина экрана предназначена для канала 1. Нижняя половина экрана предназначена для канала 2. В каждой области отображаются результаты измерений, установки параметров измерений и источника, а также состояние канала. На этом экране можно редактировать установки большинства параметров.



Область отображения

- 1 Номер канала: 1 или 2
- 2 Данные последнего измерения
- 3 Индикатор режима большой емкости нагрузки (HC)
- 4 Индикатор состояния четырехпроводного соединения (измерение в удаленных точках)
- 5 Функция источника: напряжение (VOLTS) или ток (AMPS)

- 6 Индикатор формы сигнала на выходе источника: постоянное напряжение или постоянный ток (DC), импульсы, развертка или импульсная развертка. В режиме DC здесь нет индикации.
- 7 Выходное значение источника: 5,5-разрядная индикация у прибора B2902A или 6,5-разрядная индикация у прибора B2912A.
- 8 Предельное значение (уровень ограничения)
- D1 Первичные измерительные данные
- D2 Вторичные измерительные данные или результат допускового контроля (Pass или Fail)

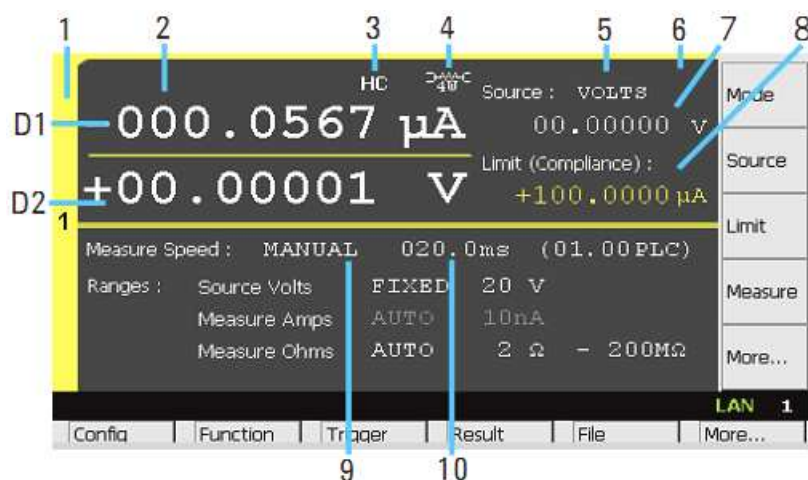
Вспомогательные клавиши

В дальнейшем описании *Ch n* указывает канал 1 (*Ch 1*) или канал 2 (*Ch 2*).

- | | |
|---------------------|--|
| Ch n Mode | <p>Изменяет вспомогательные клавиши на клавиши VOLTS (V) и ANPS (I), которые используются для выбора функции источника.</p> <p>VOLTS (V) устанавливает источник напряжения.</p> <p>AMPS (A) устанавливает источник тока.</p> |
| Ch n Source | <p>Изменяет вспомогательные клавиши на клавиши единиц измерений:</p> <p>mV и V для источника напряжения</p> <p>nA, μA, mA и A для источника тока</p> <p>Сначала введите или установите выходное значение с помощью буквенно-цифровых клавиш, поворотной ручки или клавиш ◀ и ▶. Затем нажмите одну из клавиш единицы измерения, чтобы ввести в действие установленное вами значение.</p> |
| Ch n Limit | <p>Изменяет вспомогательные клавиши на клавиши единиц измерений:</p> <p>nA, μA, mA и A для уровня ограничения тока</p> <p>mV и V для уровня ограничения напряжения</p> <p>Сначала введите или установите предельное значение с помощью буквенно-цифровых клавиш, поворотной ручки или клавиш ◀ и ▶. Затем нажмите одну из клавиш единицы измерения, чтобы ввести в действие установленное вами значение.</p> |
| Ch n Measure | <p>Изменяет вспомогательные клавиши на клавиши ANPS(I), VOLTS (V), OHMS (R) и WATTS (P) которые используются для выбора измерительной функции.</p> <p>AMPS (I) устанавливает измерение тока.</p> <p>VOLTS (V) устанавливает измерение напряжения.</p> <p>OHMS (R) устанавливает измерение сопротивления.</p> <p>WATTS (P) устанавливает измерение мощности.</p> <p>Результат измерения сопротивления = V_{meas}/I_{meas}.</p> <p>Результат измерения мощности = $V_{meas} \times I_{meas}$.</p> <p>В этих формулах V_{meas} – этот результат измерения напряжения, а I_{meas} – результат измерения тока.</p> <p>За описанием применения компенсации сопротивления обращайтесь к подразделу 5.13.1.</p> |
| More... | <p>Изменяет вспомогательные клавиши на вспомогательные клавиши <i>Ch 1</i> или вспомогательные клавиши <i>Ch 2</i>. Вспомогательные клавиши <i>Ch 1</i> действуют для канала 1, а вспомогательные клавиши <i>Ch 2</i> действуют для канала 2.</p> |

4.2.2 Режим одноканального отображения (Single View)

В этом режиме отображаются результаты измерений, установки параметров источника и измерений, а также состояние канала. На этом экране можно редактировать установки большинства параметров. В нижней части экрана отображаются параметры, выбранные вспомогательными клавишами группы 2.



Область отображения

- 1 Номер канала: 1 или 2
 - 2 Данные последнего измерения
 - 3 Индикатор режима большой емкости нагрузки (HC)
 - 4 Индикатор состояния четырехпроводного соединения (измерение в удаленных точках)
 - 5 Функция источника: напряжение (VOLTS) или ток (AMPS)
 - 6 Индикатор формы сигнала на выходе источника: постоянное напряжение или постоянный ток (DC), импульсы, развертка или импульсная развертка. В режиме DC здесь нет индикации.
 - 7 Выходное значение источника: 5,5-разрядная индикация у приборов B2901A и B2902A или 6,5-разрядная индикация у приборов B2911A и B2912A.
 - 8 Предельное значение (уровень ограничения)
 - 9 Время измерения: AUTO, SHORT, MEDIUM, NORMAL, LONG или MANUAL.
 - 10 Апертурное время в секундах или в количестве периодов сетевого напряжения (PLC). Только для установки MANUAL.
- D1 Первичные измерительные данные
D2 Вторичные измерительные данные или результат допускового контроля (Pass или Fail)

Вспомогательные клавиши группы 1

- Mode** Изменяет вспомогательные клавиши на клавиши VOLTS (V) и AMPS (I), которые используются для выбора функции источника.
VOLTS (V) устанавливает источник напряжения.
AMPS (A) устанавливает источник тока.
- Source** Изменяет вспомогательные клавиши на клавиши единиц измерений:
mV и V для источника напряжения
nA, µA, mA и A для источника тока
- Сначала введите или установите выходное значение с помощью буквенно-цифровых клавиш, поворотной ручки или клавиш ◀ и ▶. Затем нажмите одну из клавиш единицы измерения, чтобы ввести в действие установленное вами значение.

Limit	Изменяет вспомогательные клавиши на клавиши единиц измерений: nA, µA, mA и A для уровня ограничения тока mV и V для уровня ограничения напряжения Сначала введите или установите предельное значение с помощью буквенно-цифровых клавиш, поворотной ручки или клавиш ◀ и ▶. Затем нажмите одну из клавиш единицы измерения, чтобы ввести в действие установленное вами значение.
Measure	Изменяет вспомогательные клавиши на клавиши ANPS(I), VOLTS (V), OHMS (R) и WATTS (P) которые используются для выбора измерительной функции. AMPS (I) устанавливает измерение тока. VOLTS (V) устанавливает измерение напряжения. OHMS (R) устанавливает измерение сопротивления. WATTS (P) устанавливает измерение мощности. Результат измерения сопротивления = V_{meas}/I_{meas}. Результат измерения мощности = $V_{meas} \times I_{meas}$. В этих формулах V_{meas} – этот результат измерения напряжения, а I_{meas} – результат измерения тока. За описанием применения компенсации сопротивления обращайтесь к подразделу 5.13.1.
More...	Изменяет вспомогательные клавиши на вспомогательные клавиши группы 2.

Вспомогательные клавиши группы 2

Speed	Изменяет вспомогательные клавиши на AUTO (1 PLC на пределах 10 nA и 100 nA, 0,01 PLC на других пределах), SHORT (0,01 PLC), MEDIUM (0,1 PLC), NORMAL (1 PLC), LONG (10 PLC) или MANUAL. Эти клавиши используются для выбора быстрого действия (времени) измерений. Автоматически устанавливается указанное в скобках апертурное время. Пояснения в отношении апертурного времени приведены в разделе 5.9. При установке на MANUAL необходимо установить апертурное время в правом поле (в секундах или в количестве периодов сетевого напряжения PLC). С помощью поворотной ручки или клавиш ◀ и ▶ переместите указатель поля на это поле и нажмите ручку, чтобы установить указатель в режим EDIT. Введите или установите нужное значение с помощью буквенно-цифровых клавиш, ручки или клавиш ◀ и ▶, затем нажмите ручку или одну из клавиш единиц измерений, чтобы ввести в действие это значение. Для установки значения в секундах имеются следующие вспомогательные клавиши: µs, ms или s.
Show Sweep	Выводит на экран параметры развертки, описанные на стр. 73, и изменяет имя экранной клавиши на <i>Hide Sweep</i> .
Hide Sweep	Выводит на экран параметры установки предела измерения или воспроизведения, описанные на стр. 73, и изменяет имя экранной клавиши на <i>Show Sweep</i> .
Show Pulse	Выводит на экран параметры импульсов, описанные на стр. 75, и изменяет имя экранной клавиши на <i>Hide Pulse</i> .
Hide Pulse	Выводит на экран параметры установки предела измерения или воспроизведения, описанные на стр. 73, и изменяет имя экранной клавиши на <i>Show Pulse</i> .
Show Trigger	Выводит на экран параметры запуска, описанные на стр. 75, и изменяет имя экранной клавиши на <i>Hide Trigger</i> .
Hide Trigger	Выводит на экран параметры установки предела измерения или воспроизведения, описанные на стр. 73, и изменяет имя экранной клавиши на <i>Show Trigger</i> .
More...	Изменяет вспомогательные клавиши на вспомогательные клавиши группы 1.

Имена экранных клавиш *Show XXXX* и *Hide XXXX* переключаются при нажатии клавиши.

Параметры установки пределов измерения или воспроизведения

Ranges :	Source Volts : Spot	AUTO	200mV
	Measure Amps	AUTO	10nA
	Measure Ohms	AUTO	2 Ω - 200M Ω

Вы можете установить перечисленные ниже параметры. Вариант *Source* или *Measure* XXXX определяется установкой источника.

Source Volts: Spot Для источника напряжения. Выбирает автоматическую (AUTO) или фиксированную (FIXED) установку предела для вывода постоянного напряжения и измерения напряжения на стороне источника.

Measure Amps Для источника напряжения. Выбирает автоматическую (AUTO) или фиксированную (FIXED) установку предела для измерения тока.

Source Amps: Spot Для источника тока. Выбирает автоматическую (AUTO) или фиксированную (FIXED) установку предела для вывода постоянного тока и измерения тока на стороне источника.

Measure Volts Для источника тока. Выбирает автоматическую (AUTO) или фиксированную (FIXED) установку предела для измерения напряжения.

Правое поле используется для установки значения предела в режиме FIXED или минимального значения предела в режиме AUTO. Возможные значения пределов указаны в подразделе 2.4.3.

Measure Ohms Выбирает режим измерения сопротивления: AUTO, FIXED или V/I. В режимах AUTO и FIXED канал выполняет измерение сопротивления с использованием параметров источника тока и измерения напряжения, автоматически заданных установкой предела измерения сопротивления. В режиме V/I канал выполняет измерения с использованием текущего состояния источника и измерителя, а значение сопротивления определяется путем вычисления отношения V/I.

Правое поле используется для установки значения предела измерения сопротивления в режиме FIXED или минимальных и максимальных пределов в режиме AUTO. Возможные значения пределов указаны в таблице 2-7 на стр. 32. Это поле установки недоступно в режиме V/I.

В режиме автоматического выбора предела измерения (AUTO) канал автоматически устанавливает предел измерения, который обеспечивает наилучшее разрешение для выходного значения источника или измеряемого значения.

Параметры развертки

Sweep Parameters :	LINEAR SINGLE		
	Start :	000.0000 mV	Stop : +1.500000 V
	Points :	101	Step : +015.0000 mV

Прибор B2900 может применяться в качестве источника развертки. Он поддерживает перечисленные ниже режимы развертки. Режим развертки выбирают с помощью вспомогательных клавиш, которые отображаются на экране, когда указатель поля находится в состоянии EDIT (имеет зеленый цвет) в поле Sweep Parameters.

- LINEAR SINGLE: Развертка с начала до конца с линейными ступенчатыми приращениями.
- LINEAR DOUBLE: Развертка с начала до конца и обратно с линейными ступенчатыми приращениями.
- LOG SINGLE: Развертка с начала до конца с логарифмическими ступенчатыми приращениями.
- LOG DOUBLE: Развертка с начала до конца и обратно с логарифмическими ступенчатыми приращениями.
- LIST: Развертка по списку со значениями, заданными в списке развертки (см. описание на следующей странице).

Вы можете установить перечисленные ниже параметры.

Start Начальное значение развертки

Stop Конечное значение развертки

Points Количество ступеней развертки

Step Размер ступени развертки. Этот параметр недоступен в режимах развертки LOG и LIST.

Когда указатель поля находится в состоянии EDIT (имеет зеленый цвет) в поле ввода, вспомогательные клавиши превращаются в клавиши единиц измерений:

nA, μ A, mA и A для развертки тока

mV и V для развертки напряжения

Установка диапазона источника развертки описана в подразделе 4.4.3. Параметры *Source Volt: Spot* и *Source Amps: Spot* не действуют в режимах выбора диапазона развертки Auto и BEST. Они действуют для источника постоянного напряжения (или тока) и в режиме фиксированного диапазона (FIXED).

Установка параметров развертки по списку

Когда указатель поля находится в состоянии EDIT (имеет зеленый цвет) в поле Start/Stop/Points развертки по списку (LIST), доступны перечисленные ниже вспомогательные клавиши для установки параметров развертки по списку.

Edit Открывает диалоговое окно List Sweep, которое используется для установки источника развертки по списку.

Load Открывает диалоговое окно Load List Sweep Data, которое используется для загрузки данных развертки по списку из USB-накопителя, присоединенного к порту USB-A на передней панели.

- Диалоговое окно List Sweep

Это диалоговое окно обеспечивает графический пользовательский интерфейс для установки источника развертки по списку. Разрешение данных составляет 6 разрядов у приборов B2901A и B2902A или 7 разрядов у приборов B2911A и B2912A.

(график данных) Отображает форму выходного сигнала развертки по списку

Type Тип данных: V (напряжение) или I (ток)

CH Номер канала 1 или 2, только у двухканальных приборов

(список данных) Перечисление индексов данных и выходных значений

Points Количество точек данных

Max Максимальное значение

Min Минимальное значение

- Диалоговое окно Load List Sweep Data

Это диалоговое окно обеспечивает графический пользовательский интерфейс для загрузки данных развертки по списку из файла, который хранится в устройстве памяти USB.

(график данных) Отображает форму сигнала развертки по списку данных из файла

Path Папка, в которой находится файл данных развертки по списку

(список файлов) Перечисление файлов данных развертки по списку

Points Количество точек данных

Max Максимальное значение

Min Минимальное значение

В качестве данных развертки по списку можно загружать данные в следующих форматах:

- Значения, разделяемые запятой; расширение имени файла .csv
- Значения, разделяемые символом возврата каретки или перевода строки; расширение имени файла .txt
- Значения, разделяемые пробелом в строке; расширение имени файла .prn

Параметры импульсов

```
Pulse :   ON      Peak : +05.00000 V
          Delay :  001.2000 ms
          Width :  025.0000 ms
```

Прибор B2900 можно применять в качестве источника импульсов. Он поддерживает импульсный вывод и импульсные измерения. Включение (ON) или выключение (OFF) импульсов можно выбрать с помощью вспомогательных клавиш, которые отображаются, когда указатель поля находится в состоянии EDIT (имеет зеленый цвет) в поле Pulse.

Вы можете установить перечисленные ниже параметры.

Peak Устанавливает значение вершины импульса. Этот параметр недоступен для источника развертки, который устанавливает выходное значение развертки на вершину импульса.

Значение основания импульса задается полем Source в верхней половине области дисплея (см. стр. 71).

Delay Устанавливает время задержки импульса. Источник импульсов переключает выходной уровень с основания на вершину импульса по истечении этого времени задержки после задержки запуска.

Width Устанавливает длительность импульса.

Когда указатель поля находится в состоянии EDIT (имеет зеленый цвет) в поле ввода, вспомогательные клавиши превращаются в клавиши единиц измерений:

nA, μ A, mA и A для тока вершины импульса

mV и V для напряжения вершины импульса

μ s, ms и s для задержки и длительности импульса

Параметры запуска

```
Trigger :  MANUAL      Source      Measure
Count :      1          1
Delay :    0.000  $\mu$ s    0.000  $\mu$ s
Period :   0.000  $\mu$ s    0.000  $\mu$ s
Trigger :   AUTO        AUTO
```

Прибор B2900 поддерживает следующие типы запуска для запуска выхода источника и измерений. Это позволяет легко устанавливать параметры запуска.

Тип запуска можно выбрать с помощью вспомогательных клавиш, которые отображаются, когда указатель поля находится в состоянии EDIT (имеет зеленый цвет) в поле Trigger. Типы и параметры запуска перечислены в таблице 4-1.

AUTO Автоматический запуск

SYNC Синхронизированный запуск

TIMER Запуск по таймеру

MANUAL Ручной запуск

Перечисленные ниже параметры запуска можно устанавливать для запуска выхода источника (действие переключения) в столбце Source и для запуска измерений (действие сбора данных) в столбце Measure.

Count Устанавливает количество событий запуска.

Delay Устанавливает время задержки запуска

Period Устанавливает период запуска.

Trigger Выбирает источник запуска с помощью вспомогательных клавиш AUTO, BUS, TIMER, INT m (только у двухканального прибора), LAN или EXT n , где m – это целое число 1 или 2, а n – целое число от 1 до 14. Источники запуска перечислены в таблице 4-1.

Когда указатель поля находится в состоянии EDIT (имеет зеленый цвет) в поле Delay или Period, вспомогательные клавиши превращаются в клавиши единиц измерений:

μs, ms и s

Для ручного (MANUAL) запуска прочие параметры можно установить с помощью команд SCPI.

Таблица 4-1 Типы и параметры развертки

Тип	Count (Количество событий)	Delay (Задержка)	Period (Период)	Trigger (Запуск)
AUTO	1 или количество ступеней развертки	0 секунд	–	AUTO
SYNC	введенное значение	введенное значение	–	AUTO
TIMER	введенное значение	введенное значение	введенное значение	TIMER
MANUAL	введенное значение	введенное значение	введенное значение	выбранное значение

- ♦ *Trigger* = AUTO автоматически выбирает с помощью внутреннего алгоритма источник запуска, наиболее подходящий для данного режима работы.
- ♦ *Trigger* = BUS выбирает команду дистанционного управления, например, команду группового исполнения (GET) или команду *TRG.
- ♦ *Trigger* = TIMER выбирает сигнал, генерируемый прибором с периодичностью, заданной параметром *Period*.
- ♦ *Trigger* = INT1 или INT2 выбирает выход канала 1 или канала 2, соответственно. Это возможно только у двухканальных приборов.
- ♦ *Trigger* = LAN выбирает запуск LXI, определяемый командой
:TRIG<:ACQ|:TRAN|[:ALL]>[:LAY]:SOUR:LAN
- ♦ *Trigger* = EXT*n* выбирает сигнал с контактного вывода *n* соединителя Digital I/O на задней панели. Здесь *n* = 1 ÷ 14.

ПРИМЕЧАНИЕ

Установка параметров запуска в деталях

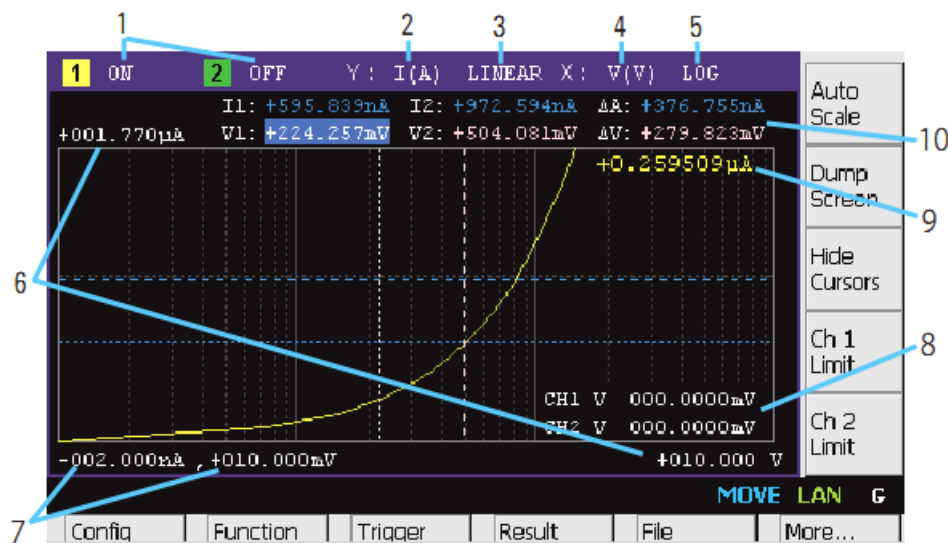
За подробностями в отношении системы запуска обращайтесь к рис. 5-6 на стр. 108.

В режиме отображения Single представлены типы и параметры запуска, эффективные для упрощения установки параметров запуска. Если вы хотите установить параметры запуска в деталях, выберите тип запуска MANUAL и воспользуйтесь диалоговым окном Trigger Configuration, которое открывается при нажатии клавиш Trigger > Config (см. описание в разделе 4.6).

В режиме отображения Single не представлены параметры для уровня активизации, но содержатся параметры для уровня запуска. Установка параметров в режиме отображения Single имеет приоритет над установкой параметров на уровне запуска в диалоговом окне Trigger Configuration. Поэтому в этом диалоговом окне игнорируются накладывающиеся значения параметров.

4.2.3 Режим отображения графиков (Graph View)

В этом режиме отображаются графики результатов измерений канала 1 и/или канала 2 или результатов математических операций.



Область отображения

- 1 Состояние отображения графика: ON или OFF. Только у двухканальных приборов. [n] – это обозначение канала n.
- 2 Тип данных по оси Y: I (A), V (V), R (Ω), P (W) или MATH (см. таблицу 4-2).
- 3 Шкала по оси Y: LINEAR или LOG
- 4 Тип данных по оси X: I (A), V (V), R (Ω), P (W), MATH, t(s), V1 или V2 (см. таблицу 4-2)
- 5 Шкала по оси X: LINEAR или LOG
- 6 Минимальное значение графика
- 7 Максимальное значение графика
- 8 Выходное значение источника канала 1 и/или 2, предельное значение или отсутствие индикации (управляется вспомогательной клавишей Ch n Source, Ch n Limit или Hide Ch n)
- 9 Данные оси Y канала 1 и/или 2 в позиции активного курсора X. Для позиции *нет данных* здесь индицируется ----,----.
- 10 Данные курсоров (управляется вспомогательной клавишей Show Cursors или Hide Cursors)

Первая строка Позиции Y-курсоров 1 и 2 и расстояние между ними (например, I1, I2, ΔA)

Вторая строка Позиции X-курсоров 1 и 2 и расстояние между ними (например, t1, t2, Δt)

Таблица 4-2 Типы данных по осям X и Y в режиме отображения графиков

Тип данных	Вспомогательная клавиша	Описание
I (A)	AMPS (I)	Данные тока
V (V)	VOLTS (V)	Данные напряжения
R (Ω)	OHMS (R)	Данные сопротивления
P (W)	WATTS (P)	Данные мощности
MATH	MATH	Данные результатов математических операций
t (s)	TIME (t)	Данные времени. Только для данных по оси X.
V1	Ch1 V (V1)	Только у двухканальных приборов. Данные напряжения канала 1 или 2. Только для данных по оси X.
V2	Ch2 V (V2)	

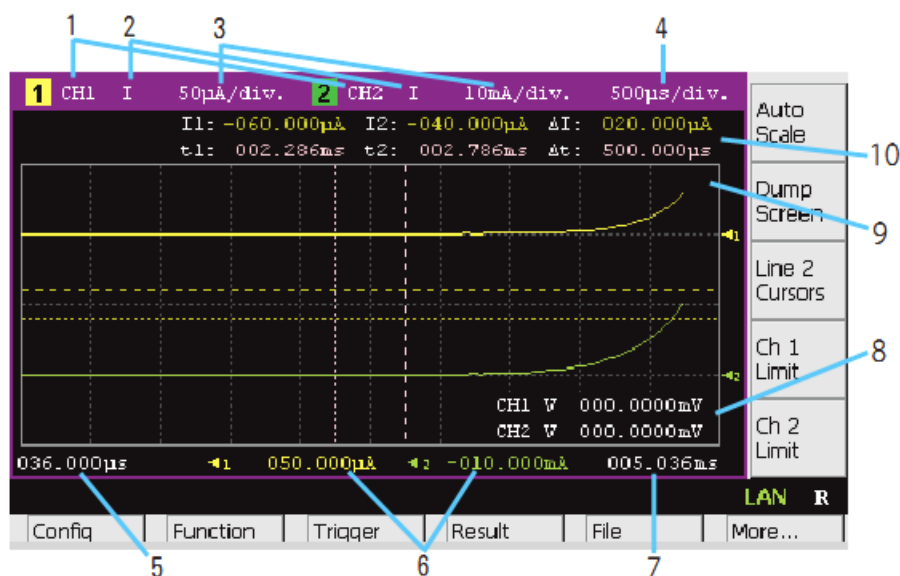
Вспомогательные клавиши

Auto Scale	Автоматически подбирает оптимальный масштаб отображения графика.
Dump Screen	Открывает диалоговое окно File Selection (Dump Screen), которое используется для сохранения снимка экрана в файле формата JPEG. Этот файл можно сохранить на USB-накопителе, подключенном к соединителю USB-A на передней панели. Файл сохраняется с заданным именем. Если не указать расширение имени файла, то автоматически добавляется расширение ".jpeg".
Show Cursors	Выводит на экран курсоры (Y-курсоры 1 и 2, X-курсоры 1 и 2, и данные курсоров) и изменяет имя экранной клавиши на <i>Hide Cursors</i> .
Hide Cursors	Убирает с экрана курсоры и изменяет имя экранной клавиши на <i>Show Cursors</i> .
Ch <i>n</i> Source	Выводит на индикацию выходного значения источника канала <i>n</i> и изменяет имя экранной клавиши на <i>Ch <i>n</i> Limit</i> .
Ch <i>n</i> Limit	Убирает с экрана индикацию выходного значения источника канала <i>n</i> и выводит на экран индикацию предельного значения. Также изменяет имя экранной клавиши на <i>Hide Ch <i>n</i></i> .
Hide Ch <i>n</i>	Убирает с экрана индикацию предельного значения канала <i>n</i> изменяет имя экранной клавиши на <i>Ch <i>n</i> Source</i> .

В этих описаниях обозначение *Ch n* указывает *Ch 1* или *Ch 2*.

4.2.4 Режим графического отображения результатов регистрации данных (Roll View)

Этот режим отображения возможен у приборов B2911A и B2012A. Здесь отображается график временной зависимости измерительных данных канала 1 и/или 2. Типы данных по оси Y перечислены в таблице 4-3.

**Область отображения**

- Индикация состояния ON или OFF у прибора B2911A
Индикация состояния Ch1, Ch2 или OFF у прибора B2912A.
На графике могут отображаться две линии. [1] индицирует установку параметров графика для линии 1; [2] индицирует установку параметров графика для линии 2.
- Тип данных по оси Y: I, V или P
- Цена деления шкалы по оси Y в амперах на деление (A/div.), в вольтах на деление (V/div.) или в ваттах на деление (W/div.)
- Цена деления по оси X в секундах на деление (s/div.)

- 5 Минимальное значение по оси X (минимальная метка времени)
- 6 Значения смещения по оси Y для линий 1 и 2
- 7 Максимальное значение по оси X (максимальная метка времени)
- 8 Выходное значение источника канала 1 и/или 2, предельное значение или отсутствие индикации (управляется вспомогательной клавишей *Ch n Source*, *Ch n Limit* или *Hide Ch n*)
- 9 Данные оси Y канала 1 и/или 2 в позиции активного курсора X. Для позиции *нет данных* здесь индицируется ----,----.
- 10 Данные курсоров (управляется вспомогательной клавишей *Line 1 Cursors*, *Line 2 Cursors* или *Hide Cursors*)

Первая строка Позиции Y-курсоров 1 и 2 и расстояние между ними (например, I1, I2, ΔA)

Вторая строка Позиции X-курсоров 1 и 2 и расстояние между ними (например, t1, t2, Δt)

Вспомогательные клавиши

- Auto Scale** Автоматически подбирает оптимальный масштаб отображения графика.
- Dump Screen** Открывает диалоговое окно *File Selection (Dump Screen)*, которое используется для сохранения снимка экрана в файле формата JPEG.
- Этот файл можно сохранить на USB-накопителе, подключенном к соединителю USB-A на передней панели. Файл сохраняется с заданным именем. Если не указать расширение имени файла, то автоматически добавляется расширение "jpeg".
- Line 1 Cursors** Выводит на экран курсоры (Y-курсоры 1 и 2, X-курсоры 1 и 2, и данные курсоров) для линии 1 и изменяет имя экранной клавиши на *Line 2 Cursors*.
- Line 2 Cursors** Выводит на экран курсоры (Y-курсоры 1 и 2, X-курсоры 1 и 2, и данные курсоров) для линии 2 и изменяет имя экранной клавиши на *Hide Cursors*.
- Hide Cursors** Убирает с экрана курсоры и изменяет имя экранной клавиши на *Line 1 Cursors*.
- Ch n Source** Выводит на индикацию выходного значения источника канала *n* и изменяет имя экранной клавиши на *Ch n Limit*.
- Ch n Limit** Убирает с экрана индикацию выходного значения источника канала *n* и выводит на экран индикацию предельного значения. Также изменяет имя экранной клавиши на *Hide Ch n*.
- Hide Ch n** Убирает с экрана индикацию предельного значения канала *n* изменяет имя экранной клавиши на *Ch n Source*.

В этих описаниях обозначение *Ch n* указывает *Ch 1* или *Ch 2*.

Таблица 4-3 Типы данных по оси Y в режиме отображения *Roll View*

Тип данных	Вспомогательная клавиша	Описание
I	AMPS (I)	Данные тока
V	VOLTS (V)	Данные напряжения
P	WATTS (P)	Данные мощности

4.2.5 Индикация состояния

Индикация состояния является общей для всех режимов отображения. Эта информация отображается над нижними экранными клавишами, которые связаны с функциональными клавишами.



Таблица 4-4 Индикаторы состояния

Индикатор	Цвет	Описание
AUTO	белый	Задействован автоматический запуск.
ARM	белый	Активизирована система запуска.
HV	желтый	Высокое напряжение. Выходное напряжение превышает 42 В.
		Плавающее состояние канала 1. Канал 1 не заземлен.
		Плавающее состояние канала 2. Канал 2 не заземлен.
REM	белый	Прибор находится в состоянии дистанционного управления.
		Блокировка локального управления. Прибор находится в состоянии блокировки локального управления (LLO).
ERR	белый	Ошибка. Обнаружена по меньшей мере одна ошибка в состоянии дистанционного управления.
EDIT	зеленый	Режим редактирования. Возможно редактирование поля, выделенного указателем поля. Вне режима перемещения.
MOVE	синий	Режим перемещения. Возможно перемещение указателя поля. Вне режима редактирования.
LAN	зеленый или красный	Индикатор состояния LXI LAN. Зеленый цвет индицирует нормальное состояние локальной сети. Красный цвет индицирует аномальное состояние. Мигание означает состояние идентификации LAN.
D	белый	Режим двухканального отображения (Dual View)
1	белый	Режим одноканального отображения (Single View) для канала 1
2	белый	Режим одноканального отображения (Single View) для канала 2
G	белый	Режим отображения графиков (Graph View)
R	белый	Режим графического отображения результатов регистрации данных (Roll View)

4.3 Функциональные клавиши

Прибор Agilent B2900 имеет шесть функциональных клавиш, расположенных под дисплеем, и обеспечивает девять перечисленных ниже экранных клавиш.

Функциональные клавиши группы 1

Config	Установка конфигурации SMU. Выводит на дисплей экранные клавиши для установки ряда функций SMU (см. раздел 4.4).
Function	Установка параметров функций математической обработки данных, допускового контроля и регистрации данных. Выводит на дисплей экранные клавиши для этих функций (см. раздел 4.8).
Trigger	Конфигурирование запуска и управление запуском. Выводит на дисплей экранные клавиши для установки параметров системы запуска (см. раздел 4.6).
Result	Отображение результатов измерений, допускового контроля и регистрации данных. Выводит на дисплей экранные клавиши для отображения этих результатов (см. раздел 4.7).
File	Операции с файлами. Выводит на дисплей экранные клавиши для сохранения и загрузки файла (см. раздел 4.8).
More...	Изменяет функциональные клавиши на функциональные клавиши группы 2.

Функциональные клавиши группы 2

Program	Конфигурирование программ и управление программами. Выводит на дисплей экранные клавиши для установки параметров программной памяти (см. раздел 4.9).
I/O	Установка параметров ввода-вывода. Выводит на дисплей экранные клавиши для установки параметров интерфейсов ввода-вывода (см. раздел 4.10).
Display	Установка параметров отображения. Выводит на дисплей экранные клавиши для установки функций дисплея (см. раздел 4.11).
System	Установка системных параметров. Выводит на дисплей экранные клавиши для установки ряда системных параметров (см. раздел 4.12).
More...	Изменяет функциональные клавиши на функциональные клавиши группы 1.

4.4 Группа клавиш Config

Нажатие клавиши Config выводит на дисплей следующие три экранные клавиши для установки ряда функций SMU.

Source

Выводит на дисплей три экранные клавиши для установки режима работы SMU.

Connection	Установка параметров режима работы и соединений каналов (см. подраздел 4.4.1).
Filter	Установка параметров выходного фильтра (см. подраздел 4.4.2).
Sweep	Установка параметров развертки источника (см. подраздел 4.4.3).

Measure

Выводит на дисплей две экранные клавиши для установки режима измерений SMU.

R Compens	Включение и выключение компенсации сопротивления (см. подраздел 5.13.1). Нажатие этой клавиши у одноканального прибора выводит на дисплей клавиши ON и OFF для включения и выключения компенсации сопротивления. Нажатие этой клавиши у двухканального прибора выводит на дисплей клавиши ALL, Ch 1 и Ch 2. Они используются для указания канала, для которого включают или выключают компенсацию сопротивления. ALL указывает каналы 1 и 2. Ch 1 указывает только канал 1. Ch 2 указывает только канал 2.
------------------	--

Ranging	Установка параметров выбора предела измерения (см. подраздел 4.4.4).
----------------	--

Common

Выводит на дисплей две экранные клавиши для установки разных функций SMU.

Wait	Установка времени ожидания источника и измерения (см. подраздел 4.4.5).
Group	Только у двухканальных приборов. Включение и выключение группирования каналов. Когда включена (ON) эта функция, каналы действуют синхронно. Текущая установка индицируется звездочкой у имени экранной клавиши.

4.4.1 Диалоговое окно Output Connection

Это диалоговое окно представляет следующие параметры для установки режима работы и соединенных каналов.

Ch	Только у двухканальных приборов. Канал 1 (Ch 1) или канал 2 (Ch 2). Это поле определяет канал, установленный этим диалоговым окном.
Sensing Type	Тип измерительного соединения: двухпроводное соединение (2-WIRE) или четырехпроводное соединение (4-WIRE). Вариант 4-WIRE устанавливают для реализации измерений в удаленных точках.
Low Terminal State	Соединение низкопотенциального гнезда Low Sense: заземленное (GROUNDED) или плавающее (FLOAT).
High Capacitance Mode	Включение (ON) и выключение (OFF) режима большой емкости нагрузки. Установите здесь ON для выполнения измерений при большой емкости нагрузки (см. раздел 5.12).
Over Voltage / Current Protection	Защита от перенапряжения или от токовой перегрузки: ON или OFF. Установите эту функцию на ON, чтобы канал автоматически выключался сразу же при достижении уровня ограничения.
Output-Off State	Состояние выключенного выхода: высокий импеданс (HIGH Z), нормальное (NORMAL) или нулевое напряжение (ZERO VOLT). Это состояние настройки источника после выключения выхода (см. таблицу 5-1 в разделе 5.9).
Auto Output-On	Функция автоматического включения выхода: ON или OFF. Установите эту функцию на ON, чтобы автоматически включался выход канала как раз перед инициализацией системы запуском командой SCPI (но не с передней панели).
Auto Output-Off	Функция автоматического выключения выхода: ON или OFF. Установите эту функцию на ON, чтобы автоматически выключался выход канала сразу же, когда вся система запуска изменяет состояние с "busy" (состояние занятости) на "idle" (состояние ожидания).

4.4.2 Диалоговое окно Output Filter

Это диалоговое окно представляет следующие параметры для настройки выходного фильтра.

Ch	Только у двухканальных приборов. Канал 1 (Ch 1) или канал 2 (Ch 2). Это поле определяет канал, установленный этим диалоговым окном.
Filter State	Включение (ON) и выключение (OFF) выходного фильтра. Включите фильтр, чтобы получить "чистый" выход источника без выбросов и всплесков сигнала. Однако имейте в виду, что применение фильтра может увеличить время установления переходного процесса у SMU.
Automatic Filter	Автоматическое включение фильтра: ON или OFF. Установите эту функцию на ON, чтобы автоматически устанавливать выходной фильтр, который обеспечивает оптимальные характеристики и частоту среза.
Time Constant	Постоянная времени фильтра: 5 мкс ÷ 500 мкс

4.4.3 Диалоговое окно Sweep

Это диалоговое окно представляет следующие параметры для настройки развертки:

Ch	Только у двухканальных приборов. Канал 1 (Ch 1) или канал 2 (Ch 2). Это поле определяет канал, установленный этим диалоговым окном.
Sweep Ranging	Установка диапазона развертки: BEST, AUTO или FIXED (см. таблицу 4-5).
Sweep Direction	Направление развертки: UP (от начального до конечного значения) или DOWN (от конечного до начального значения).
Output after Sweep	Значение, которое выводит канал источника после завершения вывода развертки: START VALUE (START): Это значение выводится, когда канал источника начинает развертку. END VALUE (END): Это значение выводится, когда канал источника завершает развертку.

Таблица 4-5 Режим выбора диапазона источника развертки

	Описание
BEST	Канал источника развертки автоматически устанавливает минимальный диапазон, который охватывает весь выход развертки.
AUTO	Канал источника развертки автоматически изменяет и устанавливает диапазон, который обеспечивает наилучшее разрешение для подачи выхода источника для каждой ступени развертки.
FIXED	Канал источника развертки устанавливает диапазон, заданный параметром <i>Source Volts: Spot</i> или <i>Source Amps: Spot</i> (см. "Параметры установки пределов измерения или воспроизведения" на стр. 73).

4.4.4 Диалоговое окно Ranging

Это диалоговое окно представляет следующие параметры для настройки автоматического выбора предела измерения.

Ch	Только у двухканальных приборов. Канал 1 (Ch 1) или канал 2 (Ch 2). Это поле определяет канал, установленный этим диалоговым окном.
Current Auto Ranging	Режим автоматического выбора предела измерения тока: NORMAL, SPEED или RESOLUTION (RESOLN) – см. таблицу 4-6.
Voltage Auto Ranging	Режим автоматического выбора предела измерения напряжения: NORMAL, SPEED или RESOLUTION (RESOLN) – см. таблицу 4-6.
Threshold	Устанавливает значение <i>rate</i> в приведенной ниже формуле.

Таблица 4-6 Режим автоматического выбора предела измерения

	Описание
NORMAL	Поддерживает базовый режим и операцию переключения на младший предел измерения, как описано ниже.
SPEED	Поддерживает базовый режим и операции переключения на младший и старший пределы измерения, как описано ниже.
RESOLN	Поддерживает базовый режим и операцию переключения на старший предел измерения, как описано ниже.

- Базовый режим

Канал автоматически устанавливает предел измерения, который обеспечивает наилучшее разрешение результатов измерений.

- Операция переключения на старший предел измерения

Если измеряемое значение $\geq value1$, то после измерения производится переключение на старший предел измерения.

$$value1 = \text{предел измерения} \times rate / 100$$

- Операция переключения на младший предел измерения

Если измеряемое значение $\leq value2$, то немедленно производится переключение на младший предел измерения.

$$value2 = \text{предел измерения} \times rate / 1000$$

4.4.5 Диалоговое окно Wait Control

Это диалоговое окно представляет следующие параметры для установки времени ожидания источника и измерения.

Время ожидания источника определяется как время, в течение которого канал источника всегда ожидает перед изменением выходного значения после того, как он начнет вывод.

Время ожидания измерения определяется как время, в течение которого измерительный канал всегда ожидает перед началом измерения после того, как канал источника начнет вывод.

Ch	Только у двухканальных приборов. Канал 1 (Ch 1) или канал 2 (Ch 2). Это поле определяет канал, установленный этим диалоговым окном.
State	Время ожидания: ON или OFF
Automatic	Автоматическая установка времени ожидания: ON или OFF
Gain and Offset	Параметры для вычисления времени ожидания (см. приведенную ниже формулу)

- Если State = ON и Automatic = ON:
время ожидания = $Gain \times \text{начальное время ожидания} + Offset$
- Если State = ON и Automatic = OFF:
время ожидания = $Offset$
- Если State = OFF:
время ожидания = 0

Начальное время ожидания автоматически устанавливается прибором и не допускает изменения.

4.5 Группа клавиш Function

Нажатие клавиши Function выводит на дисплей следующие три экранные клавиши для установки функций математической обработки данных, допускового контроля и регистрации данных.

Math

Настройка функции математической обработки данных (см. подраздел 4.5.1).

Limit Test

Выводит на дисплей две экранные клавиши для функции допускового контроля.

Composite Установка параметров комплексного допускового контроля (см. подраздел 4.5.2)

Limits Установка параметров допускового контроля (см. подраздел 4.5.3)

Trace

Установка параметров функции регистрации данных (см. подраздел 4.5.4).

4.5.1 Диалоговое окно Math Expression

Это диалоговое окно представляет следующие параметры для установки функции математической обработки данных. Когда включена (ON) эта функция, производится математическая обработка измерительных данных с использованием заданного математического выражения.

Ch Только у двухканальных приборов. Канал 1 (Ch 1) или канал 2 (Ch 2).
Это поле определяет канал, установленный этим диалоговым окном.

Status Функция математических операций: ON или OFF

Unit String Единица измерения для результата вычисления

Возможные математические выражения перечислены в области под полем Unit String. Эту область можно использовать, чтобы выбрать математическое выражение для вычисления данных. Чтобы выбрать математическое выражение, следует выделить его имя в этой области.

Вычисление вводится в действие для данных, измеренных после установки функции математической обработки данных в этом диалоговом окне. Результат вычислений можно вывести на дисплей в диалоговом окне, которое открывается с помощью клавиш группы Result (см. раздел 4.7).

Когда прибор B2900 находится в режиме дистанционного управления, можно задавать математические выражения с помощью команд SCPI.

4.5.2 Диалоговое окно установки параметров комплексного допускового контроля

Это диалоговое окно (Composite Limit Test Setup) представляет следующие параметры для установки допускового контроля.

Ch Только у двухканальных приборов. Канал 1 (Ch 1) или канал 2 (Ch 2).
Это поле определяет канал, установленный этим диалоговым окном.

Limit Test Комплексный допусковый контроль: ON или OFF

Mode Режим работы: GRADING (GRADE) или SORTING (SORT)
GRADING: режим классификации
SORTING: режим сортировки

Auto Clear Автоматический сброс результатов комплексного допускового контроля: ON или OFF
Если этот параметр установлен на ON, то производится автоматический сброс результатов комплексного допускового контроля и линий ввода-вывода.

Update Только для режима классификации (GRADING): IMMEDIATE (IMM.) или END
IMMEDIATE: выводит результат немедленно (Immediate? Yes)
END: выводит результат в конце (Immediate? No)

Offset Cancel Компенсация смещения для допускового контроля: ON или OFF
Если этот параметр установлен на ON, то данные допускового контроля будут представляться следующим образом:
Данные допускового контроля = первичные данные – значение смещения

Offset Значение смещения, которое используется при компенсации смещения: от $-9.999999E+20$ до $+9.999999E+20$

Pass Pattern Битовый образец для состояния *pass* (годен)

Fail Pattern Битовый образец для состояния *fail* (негоден)

GPIO Pins Назначение контактных выводов GPIO

/BUSY Контактный вывод GPIO, назначенный для линии BUSY (занято)

/SOT Контактный вывод GPIO, назначенный для линии SOT (начало испытания)

/EOT Контактный вывод GPIO, назначенный для линии EOT (конец испытания)

4.5.3 Диалоговое окно Limit Test Setup

Это диалоговое окно представляет следующие параметры для установки допускового контроля, являющегося частью комплексного допускового контроля.

Ch	Только у двухканальных приборов. Канал 1 (Ch 1) или канал 2 (Ch 2). Это поле определяет канал, установленный этим диалоговым окном.
Feed Data	Тип данных, которые используются для оценки результата допускового контроля: MATH, VOLTS, AMPS или OHMS MATH: данные результата вычислений VOLTS: данные измерений напряжения AMPS: данные измерений тока OHMS: данные вычисления сопротивления: Сопротивление = V_{meas}/I_{meas} Здесь V_{meas} – данные измерения напряжения; I_{meas} – данные измерения тока. За подробным описанием применения компенсации сопротивления обращайтесь к разделу 5.13.1.
Test Index	Индекс теста допускового контроля (от 1 до 12) Номера индексов 1 ÷ 12 используются также для нумерации бункеров (1 ÷ 12) – см. подраздел 4.7.2.
Limit Test Function	Допусковый контроль: ON или OFF Режим испытания: COMPLIANCE (COMP.) или LIMIT COMPLIANCE: проверка соответствия LIMIT: допусковый контроль
Pass Pattern	Битовый образец для состояния <i>pass</i> (годен)
Fail on	Только для проверки соответствия: OUT или IN Fail on = IN означает отрицательный результат допускового контроля, если канал входит в состояние соответствия. Fail on = OUT означает отрицательный результат допускового контроля, если канал выходит из состояния соответствия.
Fail Pattern	Только для проверки соответствия. Битовый образец для состояния <i>fail</i> (негоден)
Up Pattern	Этот параметр недоступен для проверки соответствия. Битовый образец для состояния <i>негоден при превышении верхнего предела</i> .
Up Limit	Этот параметр недоступен для проверки соответствия. Верхний предел для оценки pass/fail (годен/негоден).
Low Pattern	Только для допускового контроля. Битовый образец для состояния <i>негоден при превышении нижнего предела</i> .
Low Limit	Только для допускового контроля. Нижний предел для оценки pass/fail (годен/негоден).

4.5.4 Диалоговое окно Trace Buffer Setup

Это диалоговое окно представляет следующие параметры для установки функции регистрации данных. Данные, заданные параметром Feed Data, можно занести в буфер регистрации данных, если параметр Buffer Control установлен на NEXT. Максимальный объем данных задается параметром Buffer Size.

Ch	Только у двухканальных приборов. Канал 1 (Ch 1) или канал 2 (Ch 2). Это поле определяет канал, установленный этим диалоговым окном.
Feed Data	Тип данных, которые помещают в буфер регистрации данных: SENSE, MATH или LIMIT SENSE: данные результатов измерений MATH: данные результатов вычислений LIMIT: данные допускового контроля Данные включают в себя данные измерений напряжения, данные измерений тока, данные измерений сопротивления, данные установки выхода источника, данные результатов вычислений, данные допускового контроля, данные времени или данные состояния, выбранные с помощью клавиш Format в группе клавиш I/O (см. раздел 4.10).
Buffer Control	Режим управления буфером регистрации данных: NEVER или NEXT NEVER: отключает операцию записи в буфер регистрации данных. NEXT: включает операцию записи до заполнения буфера. Заполнение буфера вызывает появление сообщения об ошибке.
Buffer Size	Размер буфера регистрации данных: $1 \div 100000$ элементов данных

4.6 Группа клавиш Trigger

Нажатие клавиши Trigger выводит на дисплей следующие четыре экранные клавиши для детальной установки параметров запуска и управления системой запуска (см. рис. 5-6 на стр. 108).

Config

Открывает диалоговое окно Trigger Configuration (см. подраздел 4.6.1)

Initiate

Выводит на дисплей экранные клавиши для выбора действия устройства для инициализации (для перехода к уровню активизации системы запуска) – см. таблицу 4-7.

Abort

Выводит на дисплей экранные клавиши для выбора действия устройства для прерывания (для возврата системы запуска в состояние ожидания) – см. таблицу 4-7.

Immediate

Выводит на дисплей следующие две экранные клавиши для выбора уровня активизации или уровня запуска для послыки немедленного запуска.

Trigger Выбирает уровень запуска (Trigger Layer).

Arm Выбирает уровень активизации (Arm Layer).

Выбор уровня выводит на дисплей экранные клавиши для выбора действия устройства для послыки сигнала немедленного запуска.

Таблица 4-7 Функциональные клавиши для выбора действия устройства и канала

Имя экранной клавиши	Описание
ALL	Выбирает действия устройства transient (переключение) и acquire (сбор данных).
Trans.	Выбирает только действие устройства transient (выход источника).
Acq.	Выбирает только действие устройства acquire (измерение).
У одноканального прибора выбор действия устройства выполняет команды Initiate, Abort или Immediate для заданного действия устройства.	
У двухканального прибора выбор действия устройства выводит на дисплей следующие экранные клавиши для выбора канала.	
ALL	Выбирает каналы 1 и 2.
Ch 1	Выбирает только канал 1.
Ch 2	Выбирает только канал 2.
Выбор канала выполняет команды Initiate, Abort или Immediate для заданного действия устройства у выбранного канала.	

4.6.1 Диалоговое окно Trigger Configuration

Это диалоговое окно используется для установки параметров запуска в деталях. Имейте в виду, что накладываемые значения параметров игнорируются и заменяются установками, сделанными в режиме отображения Single (см. описание "Параметры запуска" на стр. 75).

Ch	Только у двухканальных приборов. Канал 1 (Ch 1) или канал 2 (Ch 2). Это поле определяет канал, установленный этим диалоговым окном.
Layer	Задаёт уровень или действие устройства, согласно установке в этом диалоговом окне. ARM: уровень активизации TRIGGER: уровень запуска ACTION: действие устройства Для варианта ACTION доступны параметры Ch, Layer, Action и Trigger Output.
Action	Задаёт тип действия устройства, согласно установке в этом диалоговом окне. TRANS: действие переключения (выход источника) ACQ.: действие сбора данных (измерение)
Count	Число от 0 до 100000 для действия, заданного параметрами Ch, Layer и Action. Вариант INF. (бесконечность) возможен только для количества событий активизации (arm count).
Bypass	Обход: ON или OFF Bypass = ON разрешает обход только для первого прохождения к детектору событий для действия, заданного параметрами Ch, Layer и Action. Bypass = OFF отменяет обход.
Trigger Source	Событие для действия, заданного параметрами Ch, Layer и Action. AUTO, BUS, TIMER, INT1, INT2, LAN, EXT1, EXT2, EXT3, EXT4, EXT5, EXT6, EXT7, EXT8, EXT9, EXT10, EXT11, EXT12, EXT13 или EXT14. См. таблицу 4-8.
Period	Только для события TIMER. Интервал событий TIMER для действия, заданного параметрами Ch, Layer и Action: 10 мкс ÷ 100000 с.
Trigger Delay	Время задержки для действия, заданного параметрами Ch, Layer и Action: 0 ÷ 100 с

Trigger Output Выход запуска: ON или OFF

Если этот параметр установлен на ON, то прибор B2900 посылает выходной сигнал запуска, когда он изменяет состояние запуска для действия, заданного параметрами Ch, Layer и Action (см. рис. 5-6 на стр. 108). Обращайтесь также к подразделу 4.10.6 за подробностями в отношении установки хронирования выхода запуска.

Правая часть поля ввода Trigger Output индицирует текущую установку контактного вывода для выхода запуска. В установке по умолчанию это контактный вывод EXT1. Его можно изменить следующими командами:

- Между начальным состоянием и уровнем активизации:
:ARM[:ACQ]:TRAN]:TOUT:SIGN
- Между уровнем активизации и уровнем запуска:
:TRIG[:ACQ]:TRAN]:TOUT:SIGN
- Между уровнем запуска и действием переключения:
:SOUR:TOUT:SIGN
- Между уровнем запуска и действием сбора данных:
:SENS:TOUT:SIGN

Таблица 4-8 Источник запуска

Источник запуска	Описание
AUTO	Сигнал, генерируемый прибором и оптимизированный для данного режима работы.
BUS	Команда запуска через интерфейс дистанционного управления, например, команда запуска группового исполнения (GET) и команда *TRG.
TIMER	Сигнал, генерируемый прибором с периодом, установленным в поле Period.
INT1 или INT2	Выход канала 1 или 2 (только у двухканальных приборов).
LAN	Запуск LXI, определяемый командами :ARM[:ACQ]:TRAN]:SOUR:LAN и :TRIG[:ACQ]:TRAN]:SOUR:LAN
EXT n	Сигнал с контактного вывода n соединителя Digital I/O на задней панели, который представляет собой порт ввода-вывода. Здесь $n = 1 \div 14$.

4.7 Группа клавиш Result

Нажатие клавиши Result выводит на дисплей следующие три экранные клавиши для отображения результатов измерений, допускового контроля и регистрации данных.

Measure

Выводит на дисплей результаты измерений (см. подраздел 4.7.1).

Limit Test

Выводит на дисплей результаты допускового контроля (см. подраздел 4.7.2).

Trace

Выводит на дисплей результаты регистрации данных (см. подраздел 4.7.3).

4.7.1 Диалоговое окно Measure Result

Это диалоговое окно обеспечивает графический пользовательский интерфейс для отображения результатов измерений. Результаты отображаются в полях индекса и данных под полем Type. Кроме того, данные наносятся на график над полями Fields.

Ch	Только у двухканальных приборов. Канал 1 (Ch 1) или канал 2 (Ch 2). Это поле определяет канал, установленный этим диалоговым окном.
Type	Тип подлежащих отображению данных: AMPS, VOLTS, OHMS, WATTS, MATH или TIME. AMPS: данные измерений тока VOLTS: данные измерений напряжения OHMS: данные вычисления сопротивления по формуле: сопротивление = V_{meas}/I_{meas} WATTS: данные вычисления мощности по формуле: мощность = $V_{meas} \times I_{meas}$ MATH: результат математической обработки данных TIME: данные времени В этих формулах V_{meas} – данные измерения напряжения; I_{meas} – данные измерения тока За описанием применения компенсации сопротивления обращайтесь к подразделу 5.13.1.
Points	Количество точек данных
Max.	Максимальное значение по оси Y на графике
Min.	Минимальное значение по оси Y на графике

4.7.2 Диалоговое окно Limit Test Result

Это диалоговое окно обеспечивает графический пользовательский интерфейс для отображения результатов допускового контроля. Результаты отображаются в области списка данных под полем Length.

Ch	Только у двухканальных приборов. Канал 1 (Ch 1) или канал 2 (Ch 2). Это поле определяет канал, установленный этим диалоговым окном.
Length	Длина данных Данные допускового контроля содержат следующую информацию: (aaaaa) BIN: bb DATA: +c.ccccccE+ddd
(aaaaa)	Индекс данных aaaaa
BIN:	Номер бункера bb (от 01 до 12) – см. подраздел 4.5.3. Если данные допускового контроля выходят за пределы бункеров, то устанавливается 00 для режима GRADING и 15 для режима SORTING.
DATA:	Данные допускового контроля +c.ccccccE+ddd

4.7.3 Диалоговое окно Trace Statistical Result

Это диалоговое окно обеспечивает графический пользовательский интерфейс для отображения статистических результатов регистрации данных. Результаты отображаются в полях Mean, Std. Dev., Min. и Max.

Ch	Только у двухканальных приборов. Канал 1 (Ch 1) или канал 2 (Ch 2). Это поле определяет канал, установленный этим диалоговым окном.
Feed	Всегда SENSE
Element	Тип подлежащих отображению данных: SOURCE, VOLTS, AMPS или OHMS SOURCE: данные выхода источника VOLTS: данные измерений напряжения AMPS: данные измерений тока OHMS: Данные вычисления сопротивления по формуле: $\text{Сопротивление} = V_{\text{meas}} / I_{\text{meas}}$ В этой формуле V_{meas} – данные измерений напряжения; I_{meas} – данные измерений тока. За описанием применения компенсации сопротивления обращайтесь к подразделу 5.13.1.
Length	Длина данных
Mean	Среднее значение
Std. Dev.	Стандартное отклонение
Min.	Минимальное значение
Max.	Максимальное значение

4.8 Группа клавиш File

Нажатие клавиши File выводит на дисплей следующие две экранные клавиши для сохранения файлов на USB-накопителе и для загрузки файлов с USB-накопителя, присоединенного к порту USB-A на передней панели прибора.

Save

Выводит на дисплей следующие пять экранных клавиш для сохранения файлов. При нажатии любой из этих экранных клавиш появляется диалоговое окно File Selection (см. подраздел 4.8.1).

Measure	Сохраняет в памяти файл измерительных данных.
Math	Сохраняет в памяти файл результатов математической обработки данных.
Limit Test	Сохраняет в памяти файл результатов допускового контроля.
Trace	Сохраняет в памяти файл буфера регистрации данных.
Config	Сохраняет в памяти файл данных установки системных параметров.

Load

Выводит на дисплей экранную клавишу для загрузки файлов. При нажатии этой экранной клавиши появляется диалоговое окно File Selection (см. подраздел 4.8.1).

Config	Загружает файл данных установки системных параметров.
---------------	---

4.8.1 Диалоговое окно File Selection

Это диалоговое окно обеспечивает графический пользовательский интерфейс для сохранения и загрузки файлов.

Path Имя папки для сохранения или загрузки файла.

File Name Имя файла, подлежащего сохранению или загрузке.

Файлы и папки, хранящиеся в определенной папке, перечисляются в области между полем Path и полем File Name. Эту область можно использовать для выбора файла, подлежащего сохранению или перезаписи. Чтобы выбрать файл, следует выделить его имя в этой области.

При сохранении файла данных установки системных параметров автоматически добавляется расширение имени файла ".sta". При сохранении прочих файлов данных автоматически добавляется расширение имени файла ".csv".

4.9 Группа клавиш Program

Нажатие клавиши Program выводит на дисплей следующие четыре экранные клавиши для установки параметров программной памяти и управления функционированием программной памяти.

Параметры программной памяти можно задавать с помощью команд SCPI в режиме дистанционного управления прибором B2900.

Catalog

Выводит на дисплей диалоговое окно Program Catalog, в котором содержится список программ, занесенных в программную память. Это диалоговое окно используется также для выбора из памяти подлежащей применению программы. Чтобы выбрать программу из памяти, следует выделить ее имя в этом списке.

View

Выводит на дисплей диалоговое окно Program View, в котором отображается программный код определенной программы.

Variable

Выводит на дисплей диалоговое окно Variable, которое содержит список переменных, применяемых в занесенных в память программах. Индекс может находиться в диапазоне от 1 до 100.

Control

Выводит на дисплей пять экранных клавиш для управления функционированием программной памяти

Run Запускает заданную программу из памяти.

Pause Временно приостанавливает исполнение программы.

Step Запускает пошаговое исполнение заданной программы.

Stop Останавливает исполнение программы.

Continue Продолжает исполнение временно приостановленной программы.

4.10 Группа клавиш I/O

Нажатие клавиши I/O выводит на дисплей пять экранных клавиш для установки параметров интерфейсов ввода-вывода.

Format

Выводит на дисплей пять экранных клавиш для установки формата вывода данных (см. подраздел 4.10.1).

LAN

Выводит на дисплей четыре экранные клавиши для управления интерфейсом LAN.

Config Выводит на дисплей диалоговое окно LAN Configuration, которое используется для установки конфигурации интерфейса LAN (см. подраздел 4.10.5).

Status Выводит на дисплей диалоговое окно LAN Status, которое отображает состояние интерфейса LAN.

Reset Переустанавливает все соединения LAN.

Defaults Восстанавливает принятые по умолчанию установки параметров LAN (заводская установка параметров).

При нажатии экранной клавиши Reset или Defaults появляется диалоговое окно подтверждения. Нажмите экранную клавишу OK, чтобы подтвердить соответствующее действие, или экранную клавишу Cancel, чтобы отменить это действие.

USB

Выводит на дисплей диалоговое окно USB Status, в котором отображается строка соединения VISA USB.

Пример: `USB0::2391::36376::MY12345678::0::INSTR`

GPIB

Выводит на дисплей диалоговое окно GPIB Configuration, которое используется для установки адреса GPIB прибора B2900. В этом диалоговом окне отображается также строка соединения VISA GPIB.

Пример: `GPIB0::23::INSTR`

DIO

Выводит на дисплей две экранные клавиши для управления интерфейсом цифрового ввода-вывода (Digital I/O).

Config Выводит на дисплей диалоговое окно DIO Configuration, которое используется для конфигурирования интерфейса Digital I/O (см. подраздел 4.10.6).

R/W Выводит на дисплей диалоговое окно DIO Read/Write, которое используется для считывания или записи значения, установленного на интерфейс Digital I/O (см. подраздел 4.10.7).

4.10.1 Формат вывода данных

Нажатие экранной клавиши Format выводит на дисплей пять экранных клавиш для установки формата и элементов выводимых данных.

Measure Выводит на дисплей диалоговое окно Format (Measure), которое используется для установки элементов вывода измерительных данных (см. подраздел 4.10.2).

Math/Limit Выводит на дисплей диалоговое окно Format (Math/Limit), которое используется для установки элементов вывода данных результатов математических операций и данных результатов допускового контроля (см. подраздел 4.10.3).

Trace Выводит на дисплей диалоговое окно Format (Trace), которое используется для установки элементов вывода регистрации данных (см. подраздел 4.10.4).

Data Type	Выводит на дисплей три экранные клавиши для задания формата вывода данных. Текущая установка индицируется звездочкой у имени экранной клавиши.
ASCII	Формат ASCII
REAL32	Формат одинарной точности IEEE-754, 4-байтовый
REAL64	Формат двойной точности IEEE-754, 8-байтовый
Byte Swap	Выводит на дисплей две экранные клавиши для включения или отмены инверсии порядка следования байтов для формата вывода данных IEEE-754. Текущая установка индицируется звездочкой у имени экранной клавиши.
OFF	Отменяет инверсию порядка следования байтов. Обычный порядок следования байтов.
ON	Включает инверсию порядка следования байтов. Обратный порядок следования байтов.

Если параметр Byte Swap установлен на ON, то байты $1 \div 4$ посылаются в порядке "байт 4 → байт 1" для формата одинарной точности IEEE-754, а байты $1 \div 8$ посылаются в порядке "байт 8 → байт 1" для формата двойной точности IEEE-754.

4.10.2 Диалоговое окно Format (Measure)

Это диалоговое окно обеспечивает следующие параметры для установки элементов вывода измерительных данных.

Voltage	Вывод данных напряжения: ON или OFF
Current	Вывод данных тока: ON или OFF
Resistance	Вывод данных сопротивления: ON или OFF
Source	Вывод данных источника: ON или OFF
Time	Вывод данных времени: ON или OFF
Status	Вывод данных состояния: ON или OFF

4.10.3 Диалоговое окно Format (Math/Limit)

Это диалоговое окно обеспечивает следующие параметры для установки элементов вывода данных результатов математических операций и данных допускового контроля.

Data	Вывод данных результатов математических операций: ON или OFF
Time	Вывод данных времени: ON или OFF
Status	Вывод данных состояния: ON или OFF

4.10.4 Диалоговое окно Format (Trace)

Это диалоговое окно обеспечивает следующие параметры для установки элементов вывода статистических данных регистрации.

Ch	Только у двухканальных приборов. Канал 1 (Ch 1) или канал 2 (Ch 2). Это поле определяет канал, установленный этим диалоговым окном.
Data	Данные регистрации. Выбирает один из перечисленных ниже элементов данных.
MEAN	Среднее значение
STD.DEV.	Стандартное отклонение
MIN.	Минимальное значение
MAX.	Максимальное значение
PK-PK	Междупиковое значение

Timestamp	Формат вывода данных меток времени. Выбирает один из следующих вариантов.
ABSOLUTE	Абсолютное значение (ABS). Выводит инкрементное значение для данных первой временной метки.
DELTA	Разностное значение (DELTA). Выводит инкрементное значение для данных предыдущей временной метки.

4.10.5 Диалоговое окно LAN Configuration

Это диалоговое окно обеспечивает следующие параметры для установки конфигурации интерфейса LAN.

mDNS	Состояние mDNS (групповой DNS): ON или OFF
IP Address Config.	Конфигурирование IP-адреса: AUTO или MANUAL Конфигурирование AUTO использует сервер DHCP.
IP Address	IP-адрес данного прибора; используется при конфигурировании IP-адреса вручную (в режиме MANUAL)
Subnet	Маска подсети; используется при конфигурировании IP-адреса вручную
Gateway	IP-адрес межсетевого интерфейса; используется при конфигурировании IP-адреса вручную
DNS Server Config.	Конфигурирование сервера DNS: AUTO или MANUAL
DNS Server	IP-адрес сервера DNS (первичный и вторичный); используется при конфигурировании сервера DNS вручную
Hostname	Имя хоста для данного прибора
WINS Server	IP-адрес сервера WINS (первичный и вторичный)

4.10.6 Диалоговое окно DIO Configuration

Это диалоговое окно обеспечивает следующие параметры для установки конфигурации интерфейса цифрового ввода-вывода (Digital I/O).

Pin #	Номер контактного вывода Digital I/O: 1 ÷ 14 Это поле определяет контактный вывод, установленный этим диалоговым окном.
Function	Функция заданного контактного вывода интерфейса Digital I/O: вход-выход цифрового сигнала (DIGITAL I/O), вход цифрового сигнала (DIGITAL IN), выход запуска (TRIGGER OUT), вход запуска (TRIGGER IN) или индикация состояния высокого напряжения (HIGH VOLTAGE LAMP, HI-VOLT LAMP, только для контактного вывода 14) Если установить параметр Function на HIGH VOLTAGE LAMP, то игнорируются остальные установки параметров в этом диалоговом окне.
Polarity	Полярность функции ввода-вывода: положительная (POSITIVE, POS.) или отрицательная (NEGATIVE, NEG.)
Output Trigger Type	Тип выходного сигнала запуска: запуск по фронту (EDGE) или запуск по уровню (LEVEL)
Output Trigger Timing	Хронирование выходного сигнала запуска: после действия (действие активизации, запуска или действие устройства) (AFTER), перед действием (BEFORE) или то и другое (BOTH)
Output Pulse Width	Длительность выходного сигнала запуска: 10 мкс ÷ 10 мс

За дополнительной информацией о функции запуска обращайтесь к разделу 4.6.

4.10.7 Диалоговое окно DIO Read/Write

Это диалоговое окно обеспечивает следующие параметры для считывания или записи значения, установленного на интерфейсе Digital I/O.

Format	Формат значения, установленного на поле Mask Value и поле Value: двоичный (BIN), десятичный (DEC) или шестнадцатеричный (HEX)
Mask Value	Значение маски, которое указывает кодовую комбинацию неиспользованных битов интерфейса Digital I/O. Вспомогательная клавиша READ используется для считывания значения маски, установленного в данный момент на интерфейсе Digital I/O. Вспомогательная клавиша WRITE используется для установки заданного значения маски на интерфейсе Digital I/O.
Value	Значение, установленное на интерфейсе Digital I/O. Вспомогательная клавиша READ используется для считывания значения, установленного в данный момент на интерфейсе Digital I/O. Вспомогательная клавиша WRITE используется для записи заданного значения на интерфейсе Digital I/O.

4.11 Группа клавиш Display

Нажатие клавиши Display выводит на дисплей четыре экранные клавиши для установки функций дисплея. Текущая установка индицируется звездочкой у имени экранной клавиши.

Remote

Выводит на дисплей две экранные клавиши для включения или выключения дисплея на передней панели во время работы прибора B2900 в режиме дистанционного управления.

OFF	Выключает дисплей на передней панели. Это повышает скорость измерений.
ON	Включает дисплей на передней панели.

Color

Выводит на дисплей две экранные клавиши для установки набора цветов.

Set 1	Устанавливает набор цветов № 1.
Set 2	Устанавливает набор цветов № 2.

Zoom

Выводит на дисплей две экранные клавиши для включения или выключения состояния увеличения.

OFF	Выключает состояние увеличения. Нормальный режим отображения.
ON	Включает состояние увеличения. Отображаются только измерительные данные.

В состоянии увеличения не отображаются установки параметров, а результаты измерений индицируются в увеличенном масштабе. Тогда:

- В режиме Dual View отображаются крупным шрифтом результаты первичных измерений и мелким шрифтом – результаты вторичных измерений для каждого канала.
- В режиме Single View отображаются крупным шрифтом результаты первичных и вторичных измерений.

Digits

Выводит на дисплей четыре экранные клавиши для установки количества разрядов индикации.

4	Устанавливает 3,5 разряда индикации.
5	Устанавливает 4,5 разряда индикации.
6	Устанавливает 5,5 разрядов индикации.
7	Устанавливает 6,5 разрядов индикации.

4.12 Группа клавиш System

Нажатие клавиши System выводит на дисплей девять экранных клавиш, которыми пользуются для установки разных системных параметров.

Error

Выводит на дисплей две экранные клавиши для просмотра и удаления сообщений об ошибках.

Log Открывает диалоговое окно Error Log, в котором отображаются ошибки SCPI.

Clear Немедленно очищает буфер сообщений об ошибках.

Reset

Инициализирует прибор B2900. При нажатии клавиши Reset появляется диалоговое окно подтверждения. Нажмите экранную клавишу OK, чтобы начать инициализацию, или клавишу Cancel для отмены.

Cal/Test

Выводит на дисплей две экранные клавиши для выполнения самокалибровки или самопроверки.

Self-Cal Выполняет самокалибровку.

Self-Test Выполняет самопроверку.

При нажатии экранной клавиши появляется диалоговое окно подтверждения. Нажмите экранную клавишу OK, чтобы начать самокалибровку либо самопроверку, или клавишу Cancel для отмены.

PLC

Выводит на дисплей две экранные клавиши для задания частоты сетевого напряжения. Текущая установка индицируется звездочкой у имени экранной клавиши.

50 Hz Задаёт частоту сетевого напряжения 50 Гц.

60 Hz Задаёт частоту сетевого напряжения 60 Гц.

Timestamp

Выводит на дисплей две экранные клавиши для удаления метки времени.

Clear Удаляет метку времени. При нажатии этой экранной клавиши появляется диалоговое окно подтверждения. Нажмите экранную клавишу OK, чтобы удалить метку времени, или клавишу Cancel для отмены.

Auto CLR Выводит на дисплей две экранные клавиши для установки автоматического удаления метки времени. Текущая установка индицируется звездочкой у имени экранной клавиши.

OFF Отменяет автоматическое удаление метки времени.

ON Вводит в действие автоматическое удаление метки времени.

Start-up

Открывает диалоговое окно System Start-up, которое представляет следующие параметры.

Power-on State Состояние прибора после включения питания:
RST, RCL0, RCL1, RCL2, RCL3 или RCL4

Здесь можно выбрать принятое по умолчанию в заводской установке параметров состояние сброса (RST) либо одно из пользовательских состояний RCL0, RCL1, RCL2, RCL3 или RCL4, которые можно задать с помощью команд *SAV 0, *SAV 1, *SAV 2, *SAV 3 и *SAV 4, соответственно, когда прибор B2900 находится в режиме дистанционного управления.

Power-on Program Выполнение программы после включения питания: ON или OFF

Если этот параметр установлен на ON, то после включения прибора B2900 автоматически выполняется соответствующая программа. Эту программу можно задать с помощью команды :PROG:PON:COPY, когда прибор B2900 находится в режиме дистанционного управления.

Sound

Выводит на дисплей две экранные клавиши для включения и выключения звуковой сигнализации. Текущая установка индицируется звездочкой у имени экранной клавиши.

OFF Выключает звуковую сигнализацию.

ON Включает звуковую сигнализацию.

SCPI

Выводит на дисплей две экранные клавиши для определения набора команд дистанционного управления прибором B2900. Текущая установка индицируется звездочкой у имени экранной клавиши.

Default Задаёт принятый по умолчанию набор команд, который поддерживает все функции прибора B2900.

2400 Задаёт условный набор команд, предназначенный для применения существующих программ, которые вы разработали для управления существующими приборами, например, приборами серии 2400 фирмы Keithley Instruments, Inc..

Info

Выводит на дисплей следующие четыре экранные клавиши.

Revision Открывает диалоговое окно Revision, в котором отображается номер модели, серийный номер и версия микропрограммы для прибора B2900.

Date/Time Открывает диалоговое окно Date and Time, которое используется для установки даты и времени.

Update Используется для обновления микропрограммы.

Demo. Запускает демонстрационную программу.

5 Подробное описание функций

В перечисленных ниже разделах этой главы описаны следующие функции прибора Agilent B2900.

- 5.1 Функция ограничения выхода (Limit/Compliance)
- 5.2 Режим выбора предела измерения (воспроизведения)
- 5.3 Время измерения
- 5.4 Вывод импульсов
- 5.5 Вывод развертки
- 5.6 Развертка по списку
- 5.7 Выходной фильтр
- 5.8 Защита от перенапряжения и токовой перегрузки
- 5.9 Состояние выключенного выхода
- 5.10 Функции автоматического включения и выключения выхода
- 5.11 Синхронный режим работы каналов
- 5.12 Режим большой емкости нагрузки
- 5.13 Измерение сопротивления
- 5.14 Система запуска

5.1 Функция ограничения выхода (Limit/Compliance)

Функция ограничения выхода применяется для предотвращения повреждения объекта испытаний вследствие перенапряжения или токовой перегрузки. Ограничение напряжения действует для токовых выходных каналов, а ограничение тока действует для выходных каналов напряжения.

Когда канал достигает уровня ограничения, он действует как источник постоянного напряжения или источник постоянного тока. Канал поддерживает выходное значение, как только будет достигнут уровень ограничения. Уровень ограничения можно установить с таким же разрешением и точностью, как выходной ток или выходное напряжение.

5.1.1 Полярность и область выхода

- Полярность ограничения тока

Прибор B2900 автоматически устанавливает ограничение тока для положительной и отрицательной полярности. Для полярности тока, обратной полярности выходного напряжения, значение уровня ограничения увеличивается на $2,5\% \div 12\%$ от значения предела шкалы на младшем пределе шкалы, который перекрывает заданное значение уровня ограничения.

- Полярность ограничения напряжения

Прибор B2900 автоматически устанавливает ограничение напряжения в той же полярности, что и полярность выходного тока. Ограничение не применяется для обратной полярности.

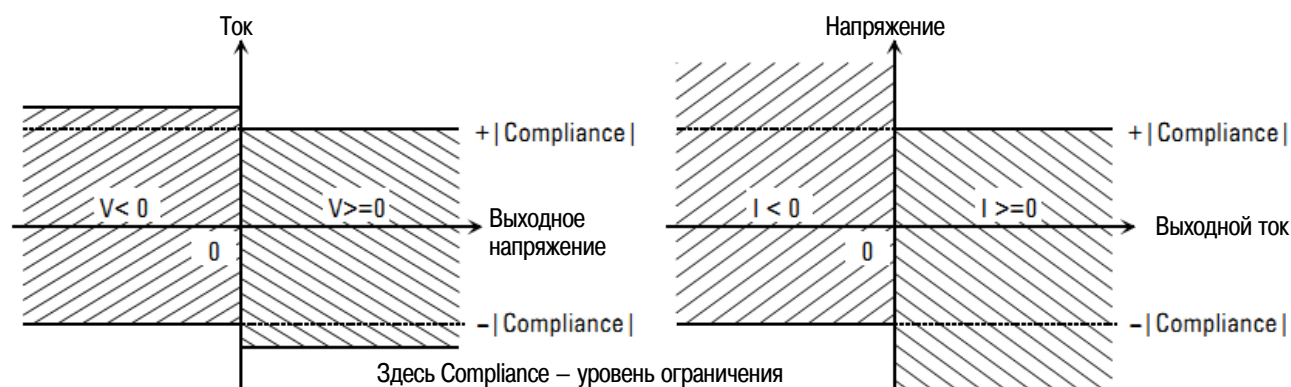


Рис. 5-1 Соотношение уровня ограничения и выхода

5.1.2 Установка уровня ограничения

При установке уровня ограничения следует принять во внимание следующие моменты.

- Минимальное значение уровня ограничения ограничено следующими факторами.
 - ◆ Уровень ограничения тока:
 - 1% от предела шкалы (на пределе шкалы 100 нА)
 - 1 нА (на пределе шкалы 10 нА)
 - ◆ Уровень ограничения напряжения:
 - 1% от предела шкалы
- При слишком низком уровне ограничения тока заметно увеличивается время установления переходного процесса у блока SMU.
- Блок SMU достигнет уровня ограничения напряжения, если он не сможет подавать заданный ток по следующим причинам:
 - ◆ Токковая перегрузка объекта испытаний.
 - ◆ Достижение уровня ограничения в другом канале.
 - ◆ Достижение предела шкалы результатом измерения тока в другом канале на данном пределе измерения.

5.2 Режим выбора предела измерения (воспроизведения)

Следующие режимы выбора предела измерения (воспроизведения) возможны для выполнения измерений или вывода сигнала источника.

- Фиксированный предел (FIXED)
Канал использует только заданный предел измерения (воспроизведения)
- Автоматический выбор предела (AUTO)
Канал автоматически выбирает предел измерения или воспроизведения, который обеспечивает наилучшее разрешения измеряемого или выводимого значения. Здесь можно задать минимальный предел для режима автоматического выбора предела.
- Оптимальный предел (BEST) – только для канала источника развертки
Канал автоматически устанавливает минимальный предел, который перекрывает весь диапазон выхода развертки.

5.2.1 Установка режима выбора предела

При установке режима выбора предела измерения (воспроизведения) следует принять во внимание следующие моменты:

- Измерительный канал не использует пределы измерения, превышающие минимальный предел измерения, перекрывающий значение уровня ограничения (compliance).
- Канал импульсного источника всегда использует для измерений фиксированный предел измерения.
- Для измерений на стороне источника канал использует действующий предел воспроизведения (выхода источника).
- Чтобы установить предел воспроизведения источника постоянного напряжения или тока либо предел измерения у измерительного канала, обращайтесь к описанию "Параметры установки пределов измерения или воспроизведения" на стр. 73.
- Чтобы установить предел воспроизведения у канала источника развертки, обращайтесь к подразделу 4.4.3.
- Чтобы установить подробности операции автоматического выбора предела измерений, обращайтесь к подразделу 4.4.4.

5.3 Время измерения

Время измерения зависит от апертурного времени, предела измерения и других условий измерений. Время измерения можно выразить следующей формулой:

$$\text{Время измерения} = \text{Апертурное время} + \text{время выполнения служебных операций}$$

Апертурное время – это время, необходимое для измерения и не включающее в себя такие операции, как переключение предела измерения или компенсация данных, которые относятся к служебным операциям.

5.3.1 Апертурное время

Апертурное время – это время, необходимое для сбора измерительных данных. Для получения точных и достоверных результатов измерений следует увеличивать апертурное время.

Апертурное время устанавливают с помощью параметра Measure Speed в режиме отображения Single (см. описание параметра Speed на стр. 72).

5.3.2 Время выполнения служебных операций

Время выполнения служебных операций – это время, необходимое для переключения предела измерения и тому подобных операций. Это время невозможно задать, поскольку оно зависит от условий измерений. Основными составляющими этого времени являются:

- Время переключения предела измерения во время измерений (когда применяется режим автоматического выбора предела измерения).
- Время переключения предела измерения в начале измерения (когда предел измерения меньше уровня ограничения).

5.3.3 Управление хронированием выхода источника и измерений

Для управления хронированием выхода источника и измерений можно использовать указанные ниже параметры (см. рис. 5-2). На этом рисунке показан пример вывода развертки. При выводе сигнала с постоянной составляющей здесь имеет значение только форма ступени развертки.

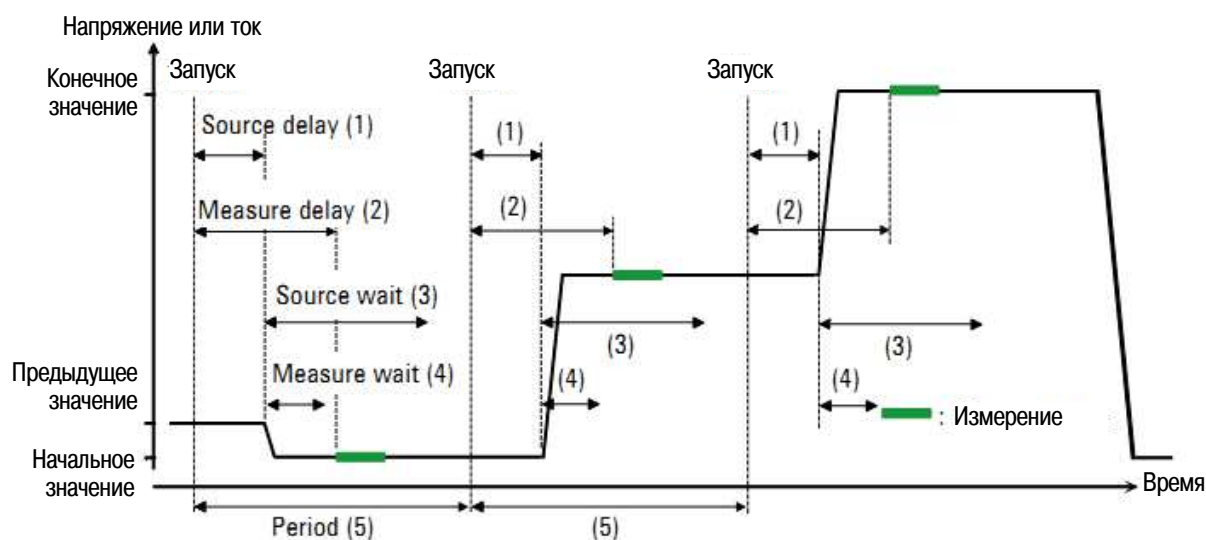


Рис. 5-2 Хронирование выхода и измерений; пример вывода развертки

1) Задержка источника (Source Delay)

Время задержки источника определяется как длительность интервала времени с момента запуска до начала вывода сигнала источника.

2) Задержка измерения (Measure delay)

Время задержки измерения определяется как длительность интервала времени с момента запуска до начала измерения.

3) Ожидание источника (Source wait)

Время ожидания источника определяется как время, в течение которого канал источника всегда находится в состоянии ожидания перед изменением выходного значения после начала вывода сигнала.

4) Ожидание измерения (Measure wait)

Время ожидания измерения определяется как время, в течение которого измерительный канал всегда находится в состоянии ожидания перед началом измерения после того, как начнет вывод канал источника.

5) Период (Period)

Период – это интервал запуска. Его можно задать для типа запуска (источника запуска) TIMER или MANUAL и для действий вывода источника и измерений индивидуально.

Чтобы установить время задержки и период, обращайтесь к описанию "Параметры запуска" на стр. 75.

Чтобы установить время ожидания, обращайтесь к подразделу 4.4.5.

За дополнительной информацией об установке параметров запуска обращайтесь к разделу 4.6.

5.4 Вывод импульсов

Блок источника-измерителя SMU может выводить импульсное напряжение или импульсный ток. На рис. 5-3 показан пример вывода импульсов с разверткой. При выводе импульсов с постоянной составляющей здесь имеет значение только форма импульса.

5.4.1 Управление хронированием вывода импульсов и измерений

Для управления хронированием вывода импульсов и измерений можно использовать указанные ниже параметры (см. рис. 5-3).

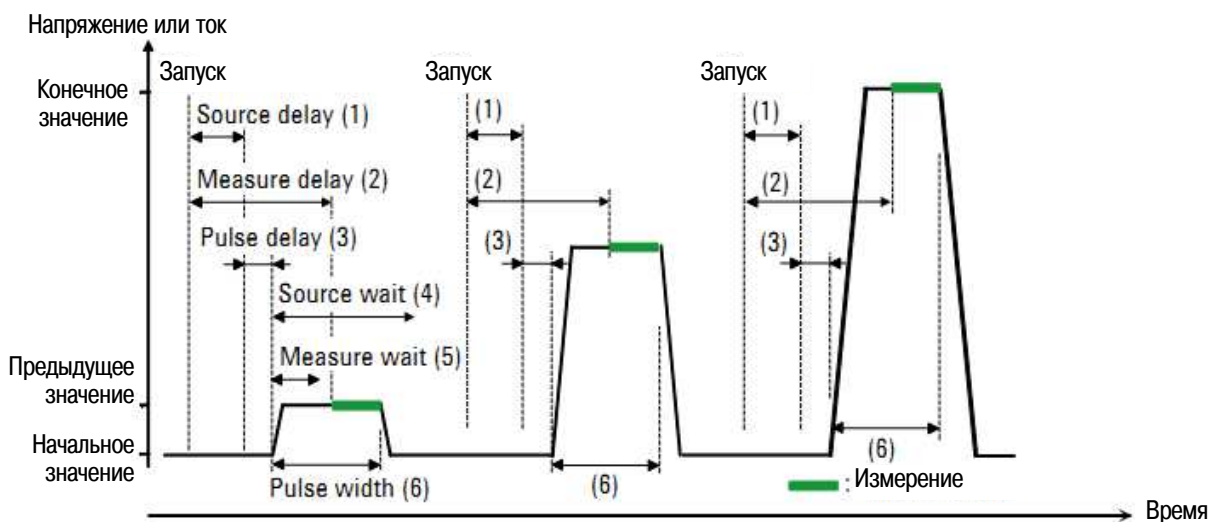


Рис. 5-3 Хронирование вывода импульсов и измерений; пример вывода импульсов с разверткой

1) Задержка источника (Source Delay)

Время задержки источника определяется как длительность интервала времени с момента запуска до начала вывода сигнала источника.

2) Задержка измерения (Measure delay)

Время задержки измерения определяется как длительность интервала времени с момента запуска до начала измерения.

3) Задержка импульса (Pulse delay)

Время задержки импульса определяется как время с начала вывода сигнала источника до начала вывода импульса.

4) Ожидание источника (Source wait)

Время ожидания источника определяется как время, в течение которого канал источника всегда находится в состоянии ожидания перед изменением выходного значения (вершины) импульса после начала вывода импульса.

5. Ожидание измерения (Measure wait)

Время ожидания измерения определяется как время, в течение которого измерительный канал всегда находится в состоянии ожидания перед началом измерения после того, как начнет вывод импульса канал источника.

6) Длительность импульса (Pulse width)

Длительность импульса представляет собой время с начала вывода импульса до конца вывода импульса. Однако этот параметр строго определяется как интервал времени между моментом достижения уровня 10% на переднем фронте и уровня 90% на заднем фронте. Возможный диапазон значений: 50 мкс ÷ 100000 секунд с разрешением 1 мкс.

Чтобы установить время задержки, обращайтесь к описанию "Параметры запуска" на стр. 75.

Чтобы установить время задержки импульса и длительность импульса, обращайтесь к описанию "Параметры импульсов" на стр. 75.

Чтобы установить время ожидания, обращайтесь к подразделу 4.4.5.

За дополнительной информацией об установке параметров запуска обращайтесь к разделу 4.6.

5.4.2 Установка параметров вывода импульсов

При установке параметров вывода импульсов следует принять внимание следующие моменты.

- Значение основания импульса задается значением Source в режиме отображения Single или Dual.
- Значение вершины импульса задается значением Peak в режиме отображения Single (см. стр. 75).

Для вывода импульсной развертки можно установить параметры Start, Stop и Points, как описано под заголовком "Параметры развертки" на стр. 73.

5.5 Вывод развертки

Блок источника-измерителя SMU может выводит напряжение или ток в режиме развертки. Он поддерживает несколько вариантов формы развертки, как показано на рис. 5-4. Прибор выполняет не только развертку, но и измерение на каждой ступени развертки, как показано на рис. 5-2 и 5-3.

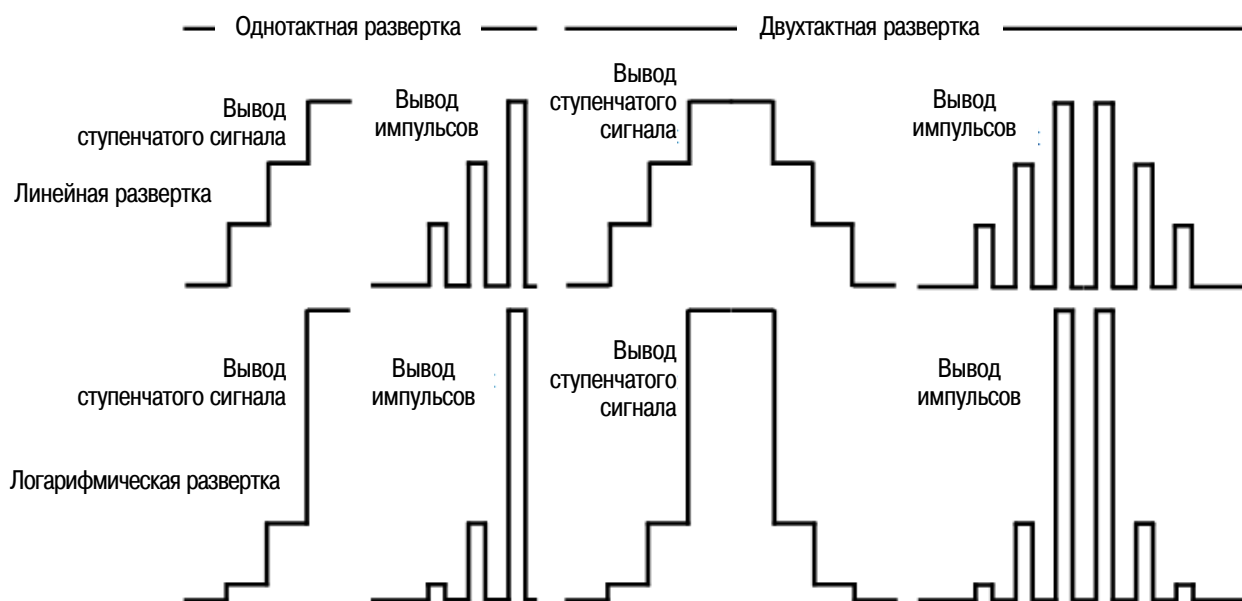


Рис. 5-4 Разные варианты развертки

5.5.1 Установка параметров вывода развертки

При установке параметров вывода развертки следует принять внимание следующие моменты.

- Чтобы установить источник ступенчатой развертки, обращайтесь к описанию "Параметры развертки" на стр. 73.
- Чтобы установить режим выбора диапазона источника развертки, обращайтесь к подразделу 4.4.3.
- Чтобы установить направление развертки, обращайтесь к подразделу 4.4.3.
- Чтобы установить состояние выхода после развертки, обращайтесь к подразделу 4.4.3.
- Чтобы установить время задержки импульсов и длительность импульсов, обращайтесь к описанию "Параметры импульсов" на стр. 75.
- Чтобы установить источник развертки по списку, обращайтесь к описанию "Установка параметров развертки по списку" на стр. 74.

5.6 Развертка по списку

Функцию развертки по списку можно применять для вывода сигнала произвольной формы. Блок источника-измерителя (SMU) может выводить сигнал, подобный тому, что показан на рис. 5-5, и измерять напряжение или ток для каждого значения выхода. Вывод сигнала источника и измерение можно выполнять с указанным ниже минимальным интервалом времени.

- B2901A и B2902A: 20 мкс
- B2911A и B2912A: 10 мкс

Хронирование выхода источника и измерений управляется системой запуска. Здесь можно установить постоянное значение интервала, когда установлен запуск по таймеру (TIMER).

Чтобы установить параметры запуска, обращайтесь к описанию "Параметры запуска" на стр. 75. Интервал можно задать параметром Period. Количество выходных значений можно задать параметром Count.

Чтобы установить выходные значения источника, пользуйтесь диалоговым окном List Sweep (см. описание "Установка параметров развертки по списку" на стр. 74).

На рис. 5-5 показан пример установки параметров развертки по списку в диалоговом окне List Sweep, где показан также график формы выходного сигнала.

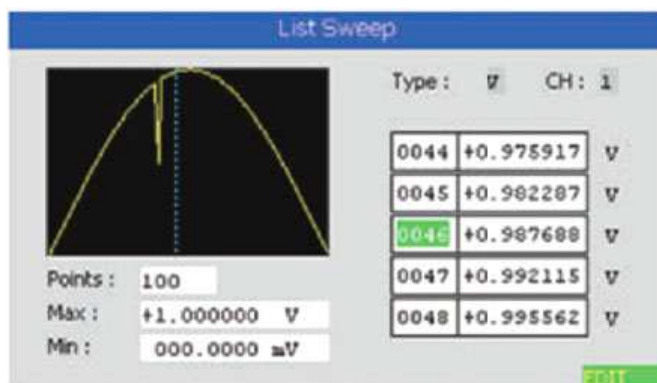


Рис. 5-5 Диалоговое окно List Sweep

5.7 Выходной фильтр

В блоке источника-измерителя SMU установлен выходной фильтр. Он обеспечивает "чистый" выход источника без выбросов и всплесков сигнала. Однако имейте в виду, что применение фильтра может увеличить время установления переходного процесса у SMU.

Чтобы установить параметры фильтра, обращайтесь к подразделу 4.4.2.

5.8 Защита от перенапряжения и токовой перегрузки

Защита от перенапряжения и токовой перегрузки применяется для предотвращения повреждения объекта испытаний вследствие перенапряжения или токовой перегрузки. Если задействована эта функция, выход блока источника-измерителя автоматически выключается сразу же при достижении предельного значения (уровня ограничения).

Чтобы установить защиту от перенапряжения и токовой перегрузки, обращайтесь к подразделу 4.4.1.

5.9 Состояние выключенного выхода

Состояние выключенного выхода – это состояние выхода блока источника-измерителя (SMU), которое автоматически устанавливается сразу же после выключения выхода. Это состояние необходимо задать, прежде чем включить (вводить в действие) выход источника. Возможные состояния выхода перечислены в таблице 5-1.

Чтобы установить состояние выключенного выхода, обращайтесь к подразделу 4.4.1.

Таблица 5-1 Состояние выключенного выхода (Output-Off State)

Установка	Состояние после выключения выхода
HIGH Z, высокий импеданс	- Выходное реле: ВЫКЛ. - Неизменные установки параметров источника напряжения и источника тока Этот режим недоступен, если текущая установка предела ≥ 1 А.
NORMAL	- Функция источника: источник напряжения - Выходное напряжение: 0 В - Уровень ограничения тока: 100 мкА на пределе 100 мкА, если предыдущая установка предела ≤ 100 мкА 100 мкА без переключения предела, если предыдущая установка предела ≥ 1 мА - Выходное реле: ВЫКЛ.
ZERO	- Функция источника: источник напряжения - Выходное напряжение: 0 В без переключения предела - Уровень ограничения тока: Значение предела без переключения предела, если предыдущая установка предела ≤ 100 мкА 100 мкА на пределе 100 мкА, если предыдущая установка предела ≥ 1 мА

5.10 Функции автоматического включения и выключения выхода

Функции автоматического включения и выключения выхода определяют поведение выхода канала источника, когда система запуска изменяет состояние.

- Функция автоматического включения выхода

Если задействована эта функция, то блок источника-измерителя автоматически включает выход канала как раз перед тем, как будет инициирована система запуска командой SCPI (но не с передней панели).

- Функция автоматического выключения выхода

Если задействована эта функция, то блок источника-измерителя (SMU) автоматически выключает выход сразу же, когда вся система запуска изменяет состояние с "busy" (состояние занятости) на "idle" (состояние ожидания).

Чтобы установить функции автоматического включения и выключения выхода, обращайтесь к разделу 4.4.1.

5.11 Синхронный режим работы каналов

Содержание этого раздела относится только к двухканальным приборам.

Два канала в одном блоке В2900 могут выполнять синхронные операции, если задействовано группирование каналов и выполняются перечисленные ниже условия.

- Для синхронизации операций вывода сигналов источника (действие переключения):
 - ◆ Один и тот же источник запуска для обоих каналов
 - ◆ Одинаковое время задержки для обоих каналов
 - ◆ Время ожидания источника не задействовано
 - ◆ Время ожидания измерения не задействовано
 - ◆ Фиксированный предел воспроизведения у источника
 - ◆ Фиксированный предел измерения
- Для синхронизации измерительных операций (действие сбора данных):
 - ◆ Один и тот же источник запуска для обоих каналов
 - ◆ Одинаковое время задержки для обоих каналов
 - ◆ Время ожидания измерения не задействовано
 - ◆ Фиксированный предел измерения

Чтобы задействовать группирование каналов, нажмите функциональные клавиши Config > Common > Group > ON.

Чтобы отключить группирование каналов, нажмите функциональные клавиши Config > Common > Group > OFF.

5.12 Режим большой емкости нагрузки

Применение режима большой емкости нагрузки целесообразно для выполнения измерений при емкостной нагрузке свыше 0,01 мкФ.

Включите эту функцию, если не удастся получить стабильные результаты измерений. Это может улучшить стабильность результатов измерений. Эта функция эффективно действует при измерениях параметров емкостных устройств до 50 мкФ.

Режим высокой емкости нагрузки возможен при следующих условиях:

- Режим работы: источник напряжения и измерение тока
- Фиксированный предел измерения
- Предел измерения: от 1 мкА до 10 А

Чтобы установить режим большой емкости нагрузки, обращайтесь к подразделу 4.4.1.

5.13 Измерение сопротивления

Прибор В2900 поддерживает измерение сопротивления. Если измеряемый параметр установлен на OHMS (R), то блок источника-измерителя (SMU) автоматически устанавливает режим источника тока и измерения напряжения для выполнения измерений сопротивления.

Для выполнения точных измерений прибор В2900 обеспечивает функцию компенсации.

5.13.1 Компенсация сопротивления

Применение функции компенсации сопротивления (R Compен) целесообразно при выполнении точных измерений малых значений сопротивления. Если установить R Compен на ON, то канал выполняет измерение дважды и выводит скорректированный результат измерений, вычисляемый по следующей формуле:

$$R_{\text{compен}} = (V_2 - V_1) / (I_2 - I_1)$$

Здесь V_1 и I_1 – результаты измерений при состоянии источника 0 А.

Этот метод эффективен для снижения погрешности, обусловленной термоэлектрическими потенциалами.

Чтобы задействовать компенсацию сопротивления, нажмите клавиши Config > Measure > R Comp > ON у одноканального прибора. У двухканального прибора нажмите клавиши Config > Measure > R Comp > ALL или Ch1 либо Ch2 > ON.

Чтобы отключить компенсацию сопротивления, нажмите клавиши Config > Measure > R Comp > OFF у одноканального прибора. У двухканального прибора нажмите клавиши Config > Measure > R Comp > ALL или Ch1 либо Ch2 > OFF.

5.14 Система запуска

Прибор B2900 поддерживает модель ARM-TRIGger, описанную в Справочнике по командам 1999 *SCPI Command Reference*. Модель ARM-TRIGger характеризуется независимым обнаружением событий для уровней активизации (ARM) и запуска (TRIGger). Эта двухуровневая модель аналогична оператору for-loop языков программирования. Когда инициализируется система запуска, уровень ARM ожидает сигнала заданного источника ARM. Когда выполняется условие ARM, управление переходит на уровень TRIGger. Уровень TRIGger ожидает сигнала заданного источника TRIGger и запускает действие (или действия) устройства, когда выполняется условие TRIGger. Оба уровня допускают многократное выполнение этих операций.

Прибор B2900 обладает функциями как источника, так и измерителя. У него независимым образом работает модель ARM-TRIGger для каждой функции и канала (см рис. 5-6 на стр. 108). Операции могут управляться независимым образом или одновременно.

5.14.1 Источник запуска

Прибор B2900 поддерживает перечисленные ниже источники запуска. Источник запуска можно установить в режиме отображения Single (см. описание "Параметры запуска" на стр. 75) или через параметр Trigger Source в диалоговом окне Trigger Configuration (см. подраздел 4.6.1).

- AUTO (автоматический внутренний запуск, AINT)

Источник запуска автоматически выбирается прибором с помощью внутреннего алгоритма для оптимальной адаптации к данному режиму работы.

- BUS

Источником является сигнал, характерный для интерфейса управления. В системе IEEE 488.1 этому условию удовлетворяет запуск группового исполнения (GET). В системе VXI эту функцию выполняет команда TRIGger. Можно применять команду *TRG.

- TIMER (таймер, TIme)

TIMER задает период внутреннего источника периодического сигнала.

- INT1 или INT2 (внутренний)

В качестве источника выбирается внутренний канал.

- EXT1, EXT2, EXT3, EXT4, EXT5, EXT6, EXT7, EXT8, EXT9, EXT10, EXT11, EXT12, EXT13 или EXT14 (внешний)

В качестве источника выбирается соединитель для внешнего сигнала (контактные выводы GPIO на задней панели).

- LAN

В качестве источника выбирается событие запуска LXI.

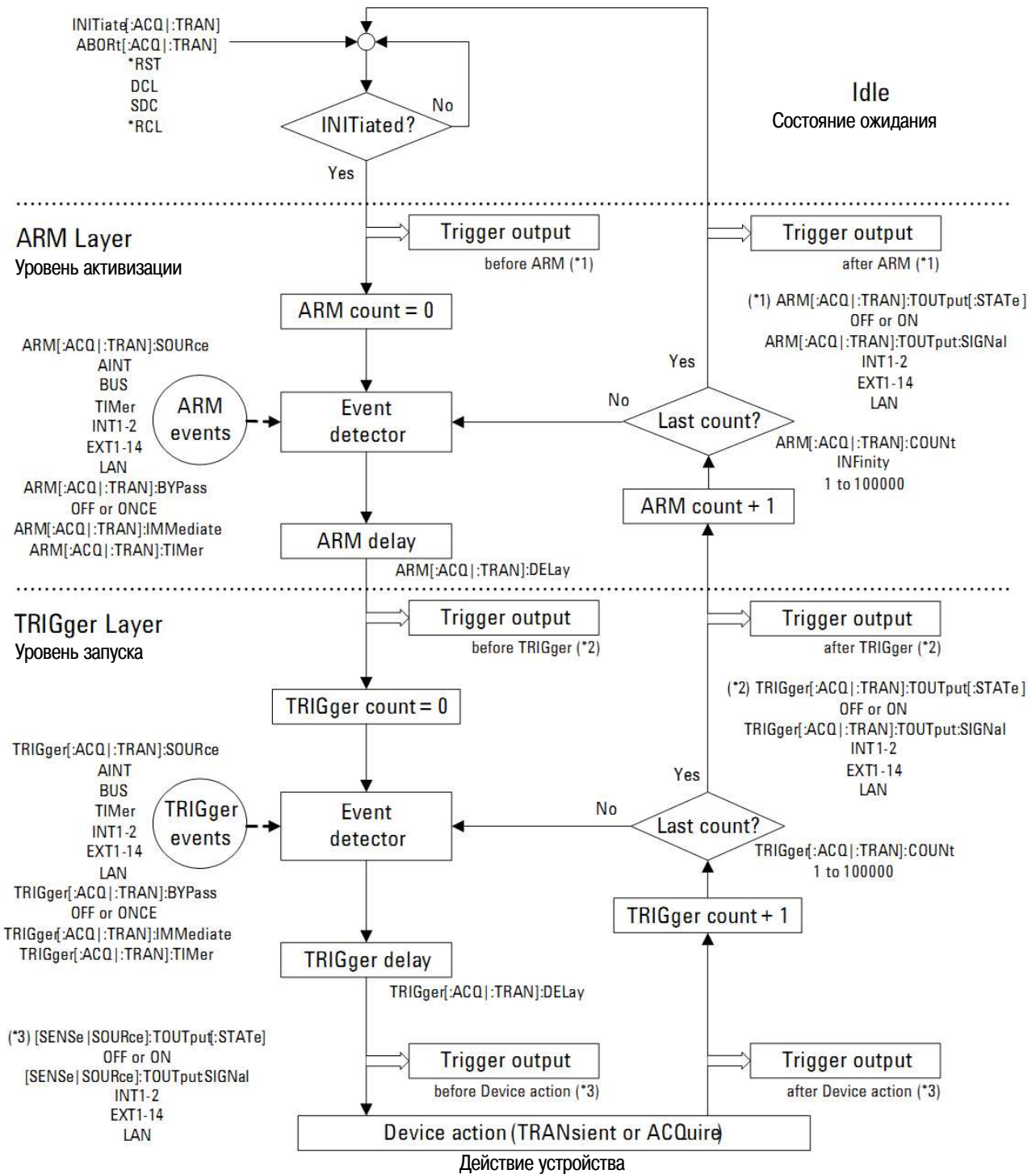


Рис. 5-3 Система запуска B2900

5.14.2 Действия устройства

Прибор B2900 поддерживает следующие действия устройства.

- Действие переключения (transient) с запуском (источник)

После того, как будет выполнено условие запуска переключения, канал выводит новое значение напряжения или тока по истечении времени задержки источника (TRAN:DElay).

- Действие сбора данных (acquire) с запуском (измерение)

После того, как будет выполнено условие запуска сбора данных, канал выполняет измерение тока и/или напряжения по истечении времени задержки измерения (ACQ:DElay).

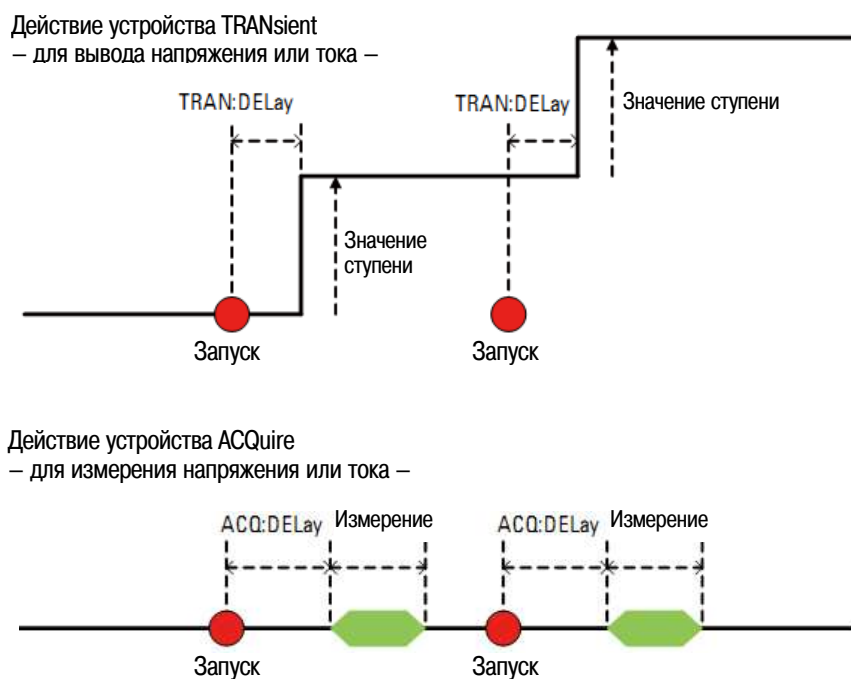


Рис. 5-7 Действия устройства: переключение (transient) и сбор данных (acquire)

5.14.3 Вывод сигналов запуска

Прибор B2900 обеспечивает функцию вывода сигналов запуска через соединитель Digital I/O на задней панели. За дополнительной информацией об этом соединителе обращайтесь к разделу 3.8.

- Контактный вывод для вывода сигнала запуска

Назначение контактных выводов соединителя Digital I/O задается в диалоговом окне "DIO Configuration" (см. подраздел 4.10.6).

- Хронирование вывода сигналов запуска

Выходной сигнал запуска может генерироваться при хронировании, указанном в таблице 5-2. Хронирование вывода сигналов запуска можно задать параметрами Layer, Action и Trigger Output в диалоговом окне "Trigger Configuration" (см. подраздел 4.6.1) и параметром Output Trigger Timing в диалоговом окне "DIO Configuration" (см. подраздел 4.10.6).

Полярность, тип и длительность выходного сигнала запуска можно установить в диалоговом окне "DIO Configuration" (см. подраздел 4.10.6).

Таблица 5-2 Хронирование вывода сигналов запуска и установка параметров

Хронирование вывода сигналов запуска	Layer	Action	Trigger Output	Output Trigger Timing
Начало цикла активизации	ARM	TRANS. для действия переключения или ACQ. для действия сбора данных	ON	BEFORE
Завершение цикла активизации	ARM		ON	AFTER
Начало цикла запуска	TRIGGER		ON	BEFORE
Завершение цикла запуска	TRIGGER		ON	AFTER
Начало действия переключения (источник)	ACTION	TRANS.	ON	BEFORE
Завершение действия переключения (источник)	ACTION	TRANS.	ON	AFTER
Начало действия сбора данных (измерение)	ACTION	ACQ.	ON	BEFORE
Завершение действия сбора данных (измерение)	ACTION	ACQ.	ON	AFTER

5.14.4 Синхронные действия устройств

Этот раздел относится только к синхронной работе каналов у двухканальных приборов.

Если включено (ON) группирование каналов и параметры каналов установлены, как указано ниже, то действия устройств начинаются одновременно. Пример функционирования показан на рис. 5-8. Обращайтесь также к описанию параметра Group (группирование каналов) на стр. 81 и к описанию "Параметры запуска" на стр. 75 в отношении времени задержки.

- Для синхронизации действий переключения (Transient):
Если параметры сгруппированных каналов установлены так, как указано ниже, то действия переключения начинаются одновременно.
 - ◆ Источник запуска установлен одинаковым образом
 - ◆ Установлено одинаковое время задержки
 - ◆ Установлен фиксированный предел воспроизведения выхода источника
 - ◆ Управление временем ожидания источника установлено на OFF
 - ◆ Управление временем ожидания измерения установлено на OFF
 - ◆ Установлен фиксированный предел измерения
- Для синхронизации действий сбора данных (Acquire):
Если параметры сгруппированных каналов установлены так, как указано ниже, то действия сбора данных начинаются одновременно.
 - ◆ Источник запуска установлен одинаковым образом
 - ◆ Установлено одинаковое время задержки
 - ◆ Управление временем ожидания измерения установлено на OFF
 - ◆ Установлен фиксированный предел измерения

ПРИМЕЧАНИЕ Управление временем ожидания

Если установлено на ON автоматическое управление временем ожидания, установлен одинаковый источник запуска и установлено нулевое время задержки, то действия переключения начинаются последовательно в группе, а действия сбора данных начинаются по истечении времени ожидания измерений. См. описание диалогового окна Wait Control в подразделе 4.4.4.

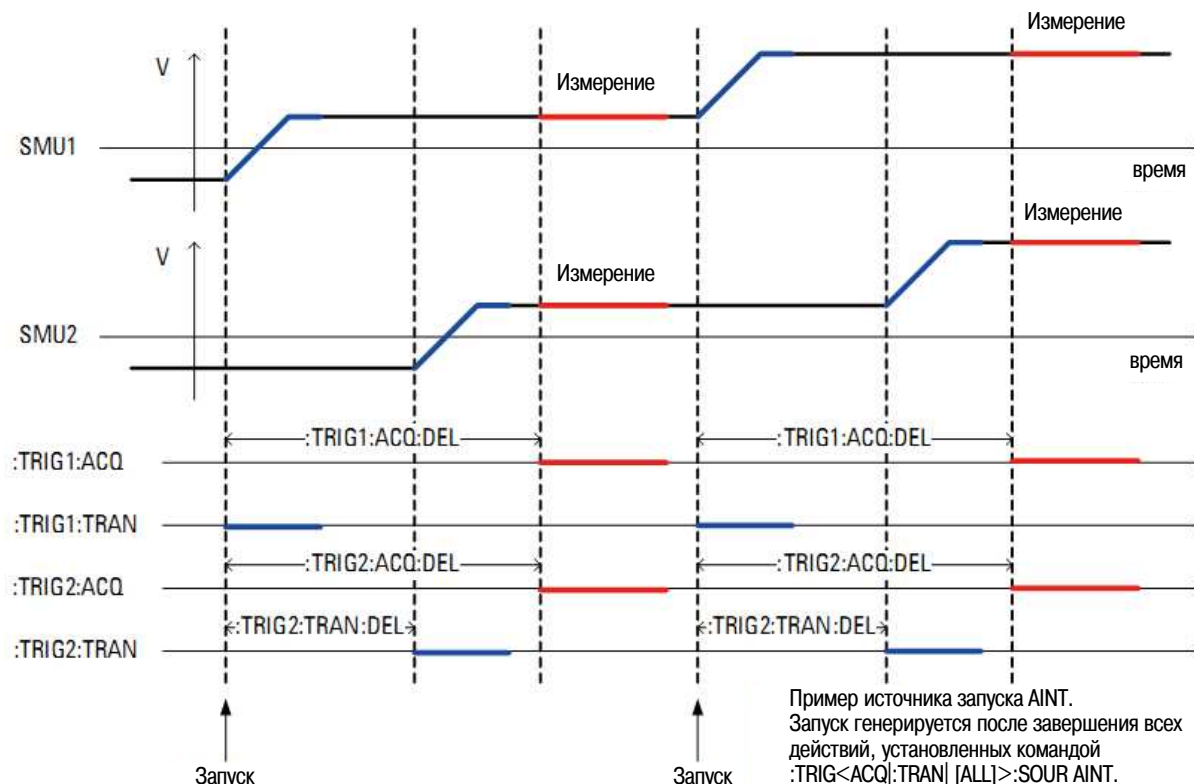


Рис. 5-8 Пример функционирования с использованием задержки запуска и источника запуска AUTO (AINT)

5.14.5 Действия запуска LXI

Прибор B2900 обеспечивает возможность применения в системе запуска подмножества событий запуска LXI (IVI-3.15 IviLxiSync).

- Модель устройства

На рис. 5-9 показана модель устройства LXI высокого уровня согласно определению в IVI-3.15. Прибор B2900 не имеет шину запуска LXI, однако имеет в системе приемник UDP Port/TCP Socket и передатчик событий LAN.

Вы можете конфигурировать системы запуска на передачу-прием событий запуска LAN n ($n = 0 \div 7$) по характерному для прибора событию запуска, фронту, логике запуска, месту назначения и фильтру.

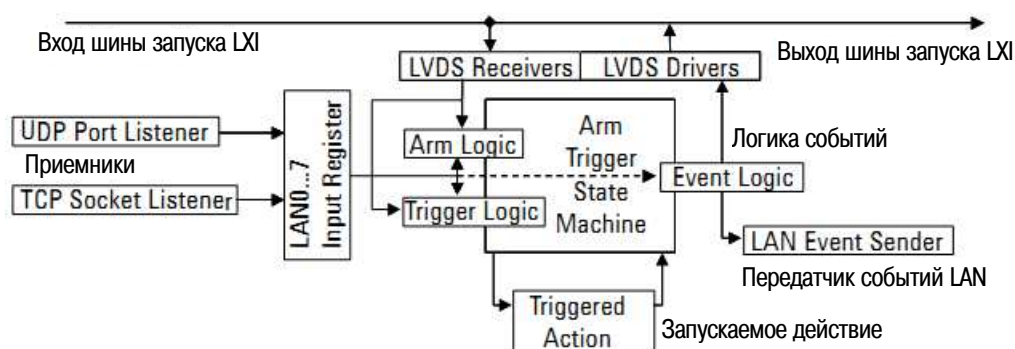


Рис. 5-9 Модель устройства LXI высокого уровня

- Характерные для прибора действия

Прибор B2900 имеет модель ARM-TRIGGER для всех каналов и действий (переключение и сбор данных) и обеспечивает следующие события.

- ◆ WaitingForAcquireArm1, WaitingForAcquireArm2
- ◆ WaitingForAcquireTrigger1, WaitingForAcquireTrigger2
- ◆ WaitingForTransitionArm1, WaitingForTransitionArm2
- ◆ WaitingForTransitionTrigger1, WaitingForTransitionTrigger2
- ◆ Measuring1, Measuring2
- ◆ Settling1, Settling2

Все события можно сконфигурировать по уровню (или фронту) сигнала, месту назначения и другим параметрам, определенным в IVI 3.15.

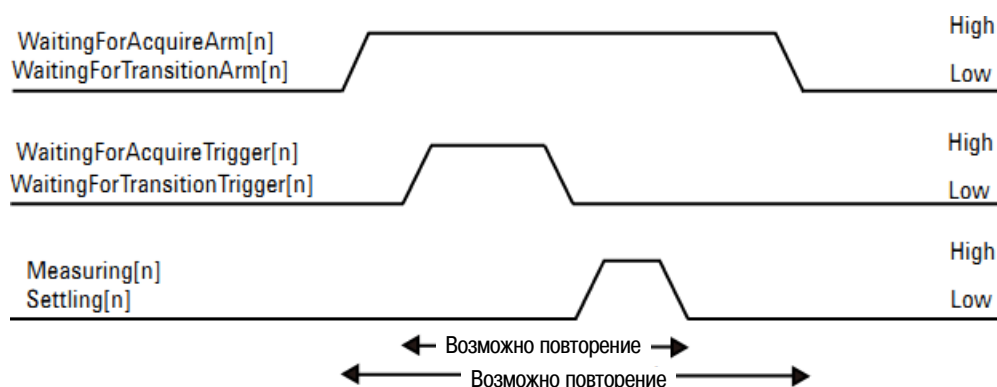


Рис. 5-10 Соотношения сигналов Trigger State Machine

- Ограничения

Функции событий запуска LXI, которые обеспечиваются прибором B2900, представляют собой подмножество IEEE-1588, требуемое стандартом LXI, класс В. Для прибора B2900 действуют следующие ограничения:

- ◆ Временная метка в событии игнорируется (только немедленный запуск).
- ◆ Отсутствует возможность установки задержки и других параметров хронирования.
- ◆ Не допускается добавление и удаление событий.
- ◆ Не действует (игнорируется) команда `:ARM:LXI:COUNT`.