

# Wavetek 9100 (Fluke 9100)

## РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

### МОДЕЛЬ 9100

### Универсальная калибровочная система

### Книга 2 – Характеристики

(Введение, запуск в работу, управление(с обучением), ручной режим и режим процедур:  
обратитесь к Тому 1 – Эксплуатация).  
(Опции 250 и 600:  
обратитесь к Тому 3 – Эксплуатация и характеристики)



При возникновении вопросов обращайтесь в ближайший Центр продаж и обслуживания Wavetek. Изделия Wavetek постоянно обновляются, поэтому в данном описании могут быть небольшие отличия в спецификациях, принципиальных схемах и компонентах от Вашего изделия. Дополнения, касающиеся именно вашего серийного номера изделия, предоставляются по запросу.

Корпорация Wavetek

---

## Общая гарантийная политика

Корпорация Wavetek гарантирует, что вся выпускаемая/приобретаемая корпорацией Wavetek продукция соответствует заявленным спецификациям, и не содержит дефектов в материалах и сборке на период в 1 год от даты поставки непосредственному покупателю, при условии эксплуатации в нормальных условиях, а также своевременного сервисного обслуживания. Право на гарантию не подлежит переуступке третьим лицам. Гарантия также не распространяется на бывшие в употреблении и демонстрационные изделия.

Гарантийные обязательства Wavetek включают в себя ремонт (полный или частичный), замену без доплаты любого узла или компонента (за исключением аккумуляторов), если дефект был выявлен в течение гарантийного срока. В случае, если Производитель не в состоянии отремонтировать или заменить вышедшие из строя узлы или компоненты в установленные гарантийные сроки после приемки, Покупателю выплачивается бонус в размере заводской стоимости изделия.

Обо всех дефектах или несоответствиях в течение гарантийного периода необходимо в письменной форме уведомить Производителя, и неисправное изделие должно быть возвращено на завод-изготовитель либо в сервисный центр в течение тридцати (30) дней после обнаружения дефекта или несоответствия.

Покупатель должен оплатить стоимость транспортировки и страховки подлежащего гарантийному ремонту изделия. Возврат отремонтированного изделия Покупателю сервисный центр производит за свой счет.

Wavetek не несет ответственности за повреждения, полученные в результате неправильного хранения, установки, несанкционированных изменений конструкции, использования изделия не по прямому назначению, небрежного отношения, неквалифицированного обслуживания, а также в случае ремонта или изменения конструкции изделия не в авторизованном сервисном центре Wavetek, либо не в соответствии с инструкциями производителя.

Данная гарантия является единственной, и ни одна другая гарантия, письменная либо устная, прямая или косвенная, предусмотренная дилерским соглашением, ее не отменяет. Wavetek не признает косвенные коммерческие гарантии. Wavetek игнорирует любые соглашения, договоренности в письменной либо устной форме, заключенные с агентами, дистрибьюторами либо сотрудниками Wavetek, непосредственно не осуществляющими гарантийное обслуживание, за исключением письменных договоров, заключенных с авторизованным представителем Wavetek. Корпорация Wavetek ни при каких обстоятельствах не несет ответственности за прямой, косвенный, либо случайный или какой либо другой ущерб, убытки, в т.ч. упущенную прибыль, ущерб из-за невыполнение контрактов, нарушений и т.п.

Апрель 1994 г.

### **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!**

При использовании данного изделия не по прямому назначению, указанному производителем, гарантия аннулируется.



Данный продукт соответствует требованиям следующих директив ЕС: 89/336/ЕЕС (электромагнитная совместимость) и 73/23/ЕЕС (низковольтность), поправке 93/68/ЕЕС.

Однако, интенсивные электромагнитные помехи в непосредственной близости от изделия могут внести погрешности в цепи измерения. При проведении высокоточных измерений при воздействии электромагнитных полей пользователи должны соблюдать меры предосторожности и использовать соответствующие кабельные соединения.

---

## Содержание

Раздел 1	Многофункциональный калибратор модели 9100	См. Том 1 - Эксплуатация
Раздел 1	Запуск в работу калибратора 9100	См. Том 1 - Эксплуатация
Раздел 1	Управление калибратором 9100	См. Том 1 - Эксплуатация
Раздел 1	Эксплуатация калибратора 9100 – ручной режим	См. Том 1 - Эксплуатация
Раздел 1	Эксплуатация калибратора 9100 – режим процедур	См. Том 1 - Эксплуатация

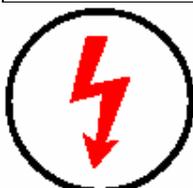
### Том 2 — Характеристики (Данный том)

		Страница
<b>Раздел 6</b>	<b>Дистанционные интерфейс</b>	
6.1	О разделе 6	6-1
6.2	Индекс IEEE-488.2 и SCPI кодов, используемых в калибраторе 9100	6-2
6.3	Введение	6-4
6.4	Использование 9100 в системе	6-8
6.5	Поиск информации о состоянии устройства	6-15
6.6	9100 SCPI язык — команды и синтаксис	6-24
6.7	Интерфейс шины IEEE для опции мощности	6-58
Раздел 6 Приложение А	IEEE 488.2 требования к документации устройства	6-A1
Раздел 6 Приложение В	SCPI набор команд и информация соответствия	6-B1
Раздел 6 Приложение С	IEEE 488.2 Общие команды и запросы	6-C1
Раздел 6 Приложение D	Состояния по команде сброса RST (Reset)	6-D1
Раздел 6 Приложение E	Состояния по включению питания	6-E1
<b>Раздел 7</b>	<b>Спецификации калибратора 9100</b>	
7.1	Общие характеристики	7-1
7.2	Опции и принадлежности	7-2
7.3	Спецификации функции постоянного напряжения ( <b>DC Voltage</b> )	7-3
7.4	Спецификации функции переменного напряжения ( <b>AC Voltage</b> )	7-4
7.5	Спецификации функции постоянного тока	7-8
7.6	Спецификации функции переменного тока	7-9
7.7	Спецификации функции сопротивления	7-14
7.8	Спецификации функции проводимости	7-15
7.9	Спецификации функции частоты	7-16
7.10	Спецификации функции длительность/период	7-17
7.11	Спецификации функции скважности	7-18
7.12	Дополнительные функции - спецификации	7-19
7.13	Спецификации функции емкости	7-20
7.14	Спецификации функции температуры (термопары)	7-21
7.15	Спецификации функции температуры (RTD)	7-22
7.16	Спецификации функции логических импульсов	7-23
7.17	Спецификации функции логических уровней	7-24
7.18	Спецификации функции «Сопротивление изоляции/Сопротивление короткого замыкания»	7-25
7.19	Спецификации функции мощности	7-27

		<b>Страница</b>
<b>Раздел 8</b>	<b>Калибратор 9100 – обслуживание и тестирование</b>	
8.1	О разделе 8	8-1
8.2	Повседневное обслуживание	8-2
8.3	Тестирование и самотестирование калибратора 9100	8-10
8.4	Печать результатов самотестирования	8-26
Раздел 8 Приложение А	Подсистема сообщений об ошибке	8-A1
<b>Раздел 9</b>	<b>Поверка спецификаций калибратора 9100</b>	
9.1	О разделе 9	9-1
9.2	Необходимость поверки	9-1
9.3	Требуемое оборудование	9-2
9.4	Межсоединения	9-2
9.5	Поверочные точки	9-3
9.6	Вычисление абсолютных пределов спецификации	9-4
<b>Раздел 10</b>	<b>Калибратор 9100 - Калибровка</b>	
10.1	О разделе 10	10.1-1
10.2	Режим калибровки модели 9100	10.2-1
10.2.1	Введение	10.2-1
10.2.2	Выбор режима	10.2-2
10.2.3	Выбор режима калибровки	10.2-2
10.2.4	Специальная калибровка	10.2-5
10.2.5	Калибровка холодного спая	10.2-8
10.2.6	Стандартная калибровка (STD CAL)	10.2-12
10.2.7	Краткий обзор операций калибровки	10.2-14
10.3	Стандартная калибровка – основные последовательности	10.3-1
10.3.1	Введение	10.3-2
10.3.2	Выбор «аппаратных конфигураций»	10.3-4
10.3.3	Выбор целевых калибровочных величин	10.3-5
10.3.4	Калибровка 9100 при целевых значениях	10.3-9
10.3.5	Стандартная калибровка функций переменного сигнала	10.3-13
10.3.6	Выход из калибровки – Cal Date и Cal Due Date	
10.4	Калибровка функций с использованием средств управления лицевой панели	10.4-1
10.4.1	Введение	10.4-1
10.4.2	Обзор калибровочного процесса	10.4-2
10.4.3	Калибровка функции постоянного напряжения	10.4-6
10.4.4	Калибровка функции переменного напряжения	10.4-14
10.4.5	Калибровка функции постоянного тока	10.4-20
10.4.6	Калибровка функции переменного тока	10.4-28
10.4.7	Калибровка функции сопротивления	10.4-36
10.4.8	Калибровка функции емкости	10.4-45
10.4.9	Калибровка функции сопротивления изоляции	10.4-51
10.4.10	Калибровка функции сопротивления короткого замыкания	10.4-57
10.5	Дистанционная калибровка 9100 через интерфейс IEEE 488	10.5-1
10.5.1	Система 4950 MTS	10.5-1

# **ОСТОРОЖНО ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ**

**Этот прибор может вызвать  
СМЕРТЕЛЬНЫЙ УДАР ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ  
ТОКОМ!**



Модель 9100: контакты I+, I-, Hi, Lo, sHi и sLo

Модель 9105: H (Красный), sH (Красный),  
sL (Чёрный) LI- (Чёрный) и I+20 (Жёлтый)  
провода несут полное выходное напряжение

**ОПАСНО ДЛЯ ЖИЗНИ !**

**Не повредите прибор !**

Максимальные выходные напряжения и токи  
указаны в руководстве пользователя, Том 2,  
Раздел 7.

Если **вы не уверены** в том, что это **безопасно**,  
**НЕ ПРИКАСАЙТЕСЬ НИ К ЧЕМУ**

из следующего:

**Провода и контакты Модели 9100: I+ I- Hi  
Lo sHi или SLo**

**Провода модели 9105: H sH sL LI- или I+20  
ОСТОРОЖНО**

---

## Раздел 6: 9100 – системное применение с IEEE-488 интерфейсом

---

### 6.1 О разделе 6

Раздел 6 описывает среду, в которой калибратор модели 9100 работает при дистанционном управлении с использованием языка SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments) и интерфейса IEEE-488.1. В разделе 6 будет показано, как калибраторы 9100 принимают IEEE-488.2 модель обмена сообщениями и структуру отчетов, определены команды SCPI и синтаксис, используемый для управления калибраторами 9100. Раздел 6 разделен на следующие подразделы:

	Страница
6.2	Индекс IEEE-488.2 и SCPI кодов, используемых в калибраторе 9100
6.3	Введение <i>Системные эксплуатационные параметры калибратора 9100</i>
6.3.1	Возможности интерфейса. 6-4
6.3.2	Межсоединения. 6-6
6.3.3	SCPI язык программирования. 6-7
6.4	Использование 9100 в системе <i>9100 система — Инфраструктура.</i>
6.4.1	Адресация 9100. 6-8
6.4.2	Работа через IEEE-488 интерфейс. 6-10
6.4.3	Обмен сообщениями (Message Exchange). 6-12
6.4.4	Запрос обслуживания (Request Service - RQS). 6-14
6.5	Поиск информации о состоянии устройства. <i>9100 'SCPI' структура сообщений о состоянии, основанная на IEEE-488.2.</i>
6.5.1	Общие положения. 6-15
6.5.2	Особенности, определяемые стандартами IEEE-488 и SCPI. 6-17
6.5.3	9100 сообщения состояния — IEEE-488.2 Basics. 6-18
6.5.4	9100 сообщения состояния — SCPI элементы. 6-23
6.6	9100 SCPI язык — команды и синтаксис. <i>Подробное описание набора SCPI команд калибратора 9100</i>
6.6.1	Введение. 6-24
6.6.2	Подсистема CALibration 6-25
6.6.3	Подсистема OUTPut. 6-28
6.6.4	Подсистема SOURce. 6-30
6.6.5	Подсистема STATus. 6-49
6.6.6	Подсистема SYSTem. 6-53
	Приложение A: <i>IEEE 488.2 требования к документации устройства</i> 6-A1
	Приложение B: <i>SCPI набор команд и информация соответствия.</i> 6-B1
	Приложение C: <i>IEEE 488.2 Общие команды и запросы.</i> 6-C1
	Приложение D: <i>Состояния по команде сброса *RST (Reset).</i> 6-D1
	Приложение E: <i>Состояния по включению питания.</i> 6-E1

---

## 6.2 Указатель кодов IEEE 488.2 и SCPI используемых в калибраторе 9100

### 6.2.1 Общие команды и запросы IEEE 488.2

Программное кодирование	Описание	Приложение С, страница:
*CLS	Очищает регистры событий и запросов (не очередь O/P)	6-C1
*ESE Nrf	Разрешенные определяемые стандартом биты событий	6-C2
*ESE?	Возвращает величину маски регистра ESE	6-C2
*ESR?	Чтение регистра состояния события (Event Status)	6-C3
*IDN?	Вывод данных производителя, модели, и т.д.	6-C4
*OPC	Настройка 9100 для контроля флага 'Нет незавершенных операций' (No-Operations-Pending).	6-C5
*OPC?	Для флага 'Нет незавершенных операций' в состоянии 'TRUE - истина', установка 1 в очередь ошибок.	6-C5
*OPT?	Вызывает конфигурацию опций прибора.	6-C6
*PSC 0/1	Установка/сброс флага очистки состояния при включении питания	6-C7
*PSC?	Вызов флага очистки состояния при включении питания	6-C8
*PUD	Позволяет ввод пользовательских данных для защищенного хранения	6-C9
*PUD?	Возвращает введенные пользовательские данные	6-C10
*RST	Сбрасывает прибор к состоянию по включению питания	6-C11 / App D, p6-D1
*SRE Nrf	Разрешение (маска) битов байта обслуживания запроса	6-C11
*SRE?	Возвращает величину маски байта обслуживания запросов (Service Request)	6-C12
*STB?	Не разрушающее чтение байта обслуживания запросов (Service Request Byte)	6-C12
*TST?	Выполнение полного тестирования	6-C13
*WAI	Соответствует, но практически не используется в применениях калибратора 9100	6-C14

## 6.2.2 SCPI подсистемы калибратора 9100

CALibration	Используется для калибровки функций и диапазонов аппаратных конфигураций калибратора 9100, с исправлением систематических ошибок, которые могут накапливаться вследствие эффектов дрейфа и старения:	6-25
	:PASSword. Ограничивает доступ к операциям калибровки, используя переключатель 'Cal Enable' и пароль.	6-25
SECure	:EXIT. Разрешает выход из операции калибровки	6-26
TARGet	Устанавливает точку калибровки, аппаратный диапазон (и частоту, при необходимости).	6-26
TRIGger?	Инициализирует калибровку в отдельной точке и, как только цель и уровень установлены, возвращает '0' для случая "соответствует", и '1' для случая "не соответствует"	6-27
SPECial?	Выполняет характеристику ЦАП (DAC) возвращает '0' для случая "соответствует", и '1' для случая "не соответствует"	6-27
CJUNction?	Выполняет измерение температуры образцового перехода термодпары и возвращает '0' для случая "соответствует", и '1' для случая "не соответствует"	6-27
OUTPut	Используется для управления параметрами, связанными с выходными соединениями:	6-28
[STATe] (?)	Управляет переключением выхода: включено/выключено	6-28
COMPensation (?)	Переключает выходные соединения для 2-х проводного/4-х проводного соединения в функциях импеданса	6-28
ISElection (?)	Для выходов тока, выбирает между клеммами лицевой панели (Большие токи (High currents), Токовые катушки (Current coils)), и разъемом D-типа лицевой панели (Низкие токи (Low currents))	6-29
[SOURce]	Используется для выбора основных выходных функций калибратора 9100 (напряжение, ток и т.д.):	6-30
FUNCTion	Выбирает форму выходного сигнала	6-32
VOLTage	Выбирает для выхода источник напряжения	6-34
CURRent	Выбирает для выхода источник тока	6-36
RESistance	Выбирает для выхода источник сопротивления	6-37
CONDuctance	Выбирает для выхода источник проводимости	6-38
CAPacitance	Выбирает для выхода источник емкости	6-39
FREQuency	Управляет величиной выходной частоты для функций переменного сигнала	6-40
PHASe	Выбирает и управляет фазовым сдвигом	6-41
PULSe	Выбирает и управляет выходным импульсным источником	6-43
TEMPerature	Выбирает и управляет выходным температурным источником	6-44
STATus	Дает доступ к SCPI-определяемой структуре сообщений состояния калибратора 9100:	6-49
OPERation	«Читает из» или «пишет в» регистр состояния операции (OPERation)	6-49
QUESTionable	«Читает из» или «пишет в» регистр состояния QUESTionable	6-51
PRESet	Предварительно установит заданное по умолчанию состояние, сообщая о состоянии	6-52
SYSTem	Содержит основные функции, которые не относятся к характеристикам 9100:	6-53
ERRor?	Запрашивает следующий ввод из очереди ошибок калибратора 9100.	6-53
DATE(?)	Читает или пишет текущую дату	6-54
TIME(?)	Читает или пишет текущее время	6-55
SVOLTage(?)	Читает или пишет уровень безопасного напряжения (порог) для функций постоянного или переменного напряжения	6-56
VERSion?	Возвращает численное значение соответствующей версии SCPI, которой соответствует прибор	6-56

IEEE 488.1		Функции интерфейса
Подмножество		
SH1	АН1	Источник связи Приемник связи
		Передатчик (основной передатчик, последовательный опрос, не адресован для передачи, если адресован для приема)
	T6	Приемник (основной приемник, не адресован для приема, если адресован для передачи)
	L4	Запрос обслуживания
	SR1	Дистанционное/локальное (включая локальную блокировку)
	RL1	Отсутствие параллельного опроса
	PP0	Очистка устройства
	DC1	Отсутствие устройства запуска
	DT0	Отсутствие контроллера
	C0	Открытый коллектор и драйвера с тремя состояниями
	E2	
<b>Таблица 6.1</b> <b>IEEE 488.1 Возможности интерфейса</b>		

## 6.3 Введение

Первая часть Раздела 6 дает информацию, которая необходима для работы калибратора 9100 по шине IEEE 488. Для более детальной информации, обратитесь к стандартной спецификации в публикациях ANSI/IEEE Std. 488.1-1987 и IEEE Std. 488.2-1988.

### 6.3.1 Возможности интерфейса

#### 6.3.1.1 IEEE стандарты 488.1 и 488.2

Калибратор 9100 соответствует стандартной спецификации IEEE 488.1-1987: 'IEEE Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation - IEEE стандарт цифрового интерфейса для программируемых приборов', и IEEE 488.2-1988: 'Codes, Formats, Protocols and Common Commands - коды, форматы, протоколы и общие команды'.

#### 6.3.1.2 Калибратор 9100 в терминологии IEEE 488.2

По IEEE 488.2 терминологии калибратор 9100 - **устройство**, содержащее **системный интерфейс**. Он может быть связан с **системой** через ее **системную шину** и установлен в запрограммированную связь с другими связанными по шине **устройствами** под управлением системного **контроллера**.

#### 6.3.1.3 Программируемые опции

Прибор может программироваться через IEEE интерфейс для:

- Изменения его рабочего состояния (функция, диапазон и т.д.).
- Передавать собственные данные состояния по шине.
- Запрашивать обслуживания от системного контроллера.

#### 6.3.1.4 Коды возможностей Capability Codes

При работе в соответствии со стандартной спецификацией IEEE 488.1, для прибора не обязательно охватывать весь диапазон возможностей шины. Для IEEE 488.2, устройство должно соответствовать точно определенному подмножеству IEEE 488.1, с минимальным выбором дополнительных возможностей.

Документация на IEEE 488.1 описывает и кодирует стандартные особенности шины, чтобы дать изготовителям краткие описания полных возможностей их собственных интерфейсов. Для IEEE 488.2 это описание требуется, чтобы быть частью документации устройства. Кодовая строка часто печатается непосредственно на изделии.

Коды, которые применимы к калибраторам 9100, приведены в Таблице 6.1, вместе с краткими описаниями.

Они также прописаны на задней стенке прибора рядом с разъемом интерфейса. Эти коды соответствуют возможностям, требуемым IEEE 488.2.

Приложение С документации IEEE 488.1 содержит более полное описание каждого кода.

#### **6.3.1.5 Адреса шины**

Когда IEEE 488 система состоит из нескольких приборов, уникальный 'Адрес', назначается для каждого, чтобы позволить контроллеру связаться с ним индивидуально.

Для калибратора 9100 требуется только один адрес. Прикладная программа добавляет ему информацию для определения 'передачи' или 'приема'. Метод настройки адреса, и пункт, в котором инициализированный пользователем адрес распознается калибратором 9100, дан в *Подразделе 6.4.1*.

Калибратор 9100 имеет отдельный первичный адрес, который может быть установлен пользователем в любое значение в пределах диапазона от 0 до 30 включительно. Калибратор не может ответить на любой адрес вне этого диапазона. Вторичная адресация - не доступна.

#### **6.3.1.6. Ограничение доступа**

Калибратор 9100 имеет пять основных режимов, которые кратко описаны в *Томе 1 этого руководства, Раздел 1, Подраздел 1.2.2*. Дистанционная работа возможна только с учетом следующих ограничений:

- **Режим процедур**

Когда калибратор 9100 находится в режиме процедур, то он управляется с лицевой панели. Дистанционная работа в этом режиме не разрешена.

**Примечание.** По включению питания калибратор 9100 может устанавливаться или в ручной режим (Manual) или в режим процедур (Procedure), в зависимости от настроек в режиме конфигурации (Configuration).

- **Ручной режим**

Дистанционная работа доступна для каждой функции ручного режима (Manual), но для простоты программирования, некоторые дистанционные команды неточно отражают операции с лицевой панели.

- **Режим конфигурации**

Дистанционная работа недоступна, и команды конфигурирования не были включены в набор команд SCPI для калибратора 9100.

- **Режим калибровки**

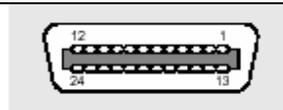
Дистанционная работа возможна, однако обратитесь к *Подразделу 6.6.2* для подробностей защиты ввода.

- **Режим тестирования**

Дистанционная работа недоступна, но 'Полное' самотестирование может быть инициализировано командой SCPI. Калибратор 9100 дает прямой результат «Годеи/Не годен», но дальнейшее исследование требует повторного запуска испытаний в режиме тестирования (Test mode) с лицевой панели.

### 6.3.2 Межсоединения

Приборы, оснащенные интерфейсом IEEE 488, связаны друг с другом через стандартный набор соединительных кабелей, как определено в документации на IEEE 488.1. Разъем интерфейса IEEE-488, J101, установлен на задней панели. Он представляет собой специальный разъем, расположение контактов которого также стандартизировано, как показано в Таблице 6.2.



**Разъем J101 – расположение контактов**

**Таблица 6.2. Разъем J101 – описание контактов**

# контакта	Название	Описание
1	DIO 1	Линия входа/выхода данных 1
2	DIO 2	Линия входа/выхода данных 2
3	DIO 3	Линия входа/выхода данных 3
4	DIO 4	Линия входа/выхода данных 4
5	EOI	Конец или идентификация
6	DAV	Данные действительны
7	NRFD	Не готов к данным
8	NDAC	Данные не приняты
9	IFC	Очистка интерфейса
10	SRQ	Запрос обслуживания
11	ATN	Внимание
12	SHIELD	Экран кабеля (подсоединено к земле)
13	DIO 5	Линия входа/выхода данных 5
14	DIO 6	Линия входа/выхода данных 6
15	DIO 7	Линия входа/выхода данных 7
16	DIO 8	Линия входа/выхода данных 8
17	REN	Доступ к дистанционному управлению
18	GND 6	Заземленный провод витой пары DAV
19	GND 7	Заземленный провод витой пары NRFD
20	GND 8	Заземленный провод витой пары NDAC
21	GND 9	Заземленный провод витой пары IFC
22	GND 10	Заземленный провод или витая пара SRQ
23	GND 11	Заземленный провод или витая пара ATN
24	0V_F	Логическая земля (внутренне связан с заземлением)

---

### 6.3.3 SCPI язык программирования

*Standard Commands for Programmable Instruments - Стандартные Команды для Программируемых Приборов (SCPI)* - язык команд для приборов, который идет вне IEEE 488.2, и предназначен для адресации широкому спектру приборных функций стандартным способом.

IEEE 488.2 определяет наборы Mandatory Common Commands (обязательных общих команд) и Optional Common Commands (дополнительных общих команд) наряду с методом Standard Status Reporting (стандартного отчета о состоянии). Выполнение калибратором 9100 языка SCPI соответствует всем IEEE-488.2 обязательным командам (Mandatory Commands), но не всем дополнительным командам (Optional Commands). Он соответствует одобренному SCPI методу отчета о состоянии.

**Замечание:** Команды на языке SCPI, с предшествующей звездочкой (например, \*CLS), являются определенными стандартом IEEE-488.2 «Общими» командами.

Соответствие калибратора 9100 дистанционным командам программирования SCPI гарантирует, что 9100 имеет высокую степень совместимости с другими приборами. Для наиболее специфических команд, например относящихся к частоте и напряжению, одобренная SCPI структура команд уже существует и используется везде, где возможно.

## 6.4 Использование калибратора 9100 в системе

### 6.4.1 Адресация 9100

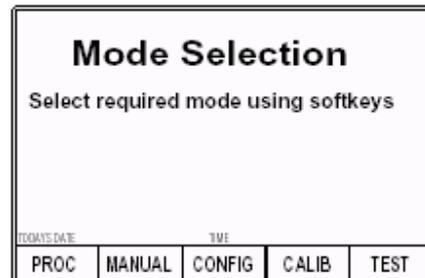
#### 6.4.1.1 Доступ к адресу на шине

Адрес прибора может быть установлен только вручную при использовании меню **Bus Address**, которое доступно через меню конфигурации (**Configuration**).

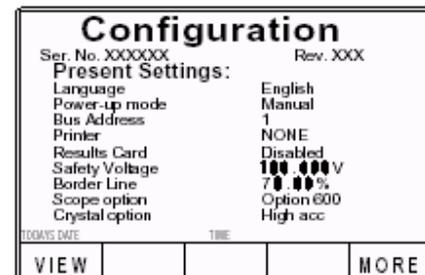
**Примечание.** Для доступа к адресу и его изменению необходимо ввести пароль.

#### 6.4.1.2 Выбор режима конфигурации ('Configuration')

1. Нажмите клавишу **Mode** (**Режим**) справа на лицевой панели для перехода к экранному меню выбора режима 'Mode Selection':



2. Нажмите экранную кнопку **CONFIG** (**Конфигурация**) в центре нижней строки для перехода к режиму конфигурации ('Configuration'). На дисплее калибратора 9100 откроется экран меню конфигурации ('Configuration'):



#### 6.4.1.3 Выбор параметров ('MORE')

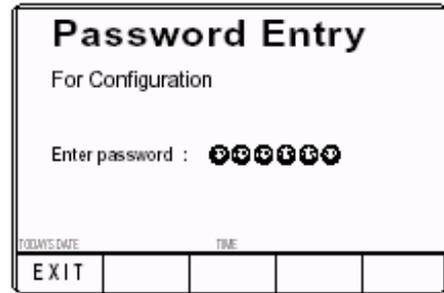
Адрес на шине – один из параметров экрана 'MORE'. Для перехода к экрану конфигурации при выборе экрана 'MORE', потребуется ввести пароль.

Нажмите экранную кнопку **MORE** справа на нижней строке кнопок. На дисплее калибратора 9100 появится экран ввода пароля ('Password Entry').

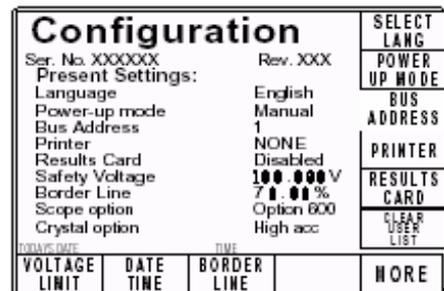
**Замечание:**  
**распознавание адреса**  
 С адресом, выбранным в диапазоне от 0 до 30; управление может быть ручным или дистанционным как части системы на шине. Адрес должен быть тот же самый, который используется программным контроллером для активизации 9100. Калибратор 9100 всегда знает свой адрес, отвечая на команды контроллера Talk (передача) или Listen (прием) по этому адресу. Когда адрес изменяется пользователем, калибратор 9100 игнорирует старый адрес и признает новый адрес, как только он сохраняется пользователем при нажатии клавиши **EXIT** в меню **Configuration - Bus Address**.

#### 6.4.1.4 Ввод пароля

1. При вводе Вашего пароля с использованием клавиатуры, на экране будут появляться пиктограммы. После ввода нажмите клавишу ↵ (return - возврат). Если пароль неправильный, то появится сообщение об ошибке, и пиктограммы пропадут, предлагая сделать повторный ввод пароля. Экранная кнопка **'EXIT'** (Выход) возвращает к предыдущему экрану.



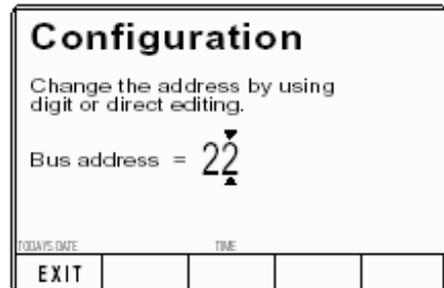
2. При правильном вводе пароля после нажатия клавиши ↵, появится основное меню экрана конфигурации ('Configuration'), которое покажет текущие настройки параметров, которые могут быть изменены при использовании экранных кнопок на этом экране:



3. В данном случае нас интересует **'BUS ADDRESS'** (Адрес на шине).

#### 6.4.1.5 Изменение адреса

1. Для перехода из экрана «Present Settings - текущие настройки», нажмите экранную кнопку **BUS ADDRESS (Адрес на шине)**, которая находится справа. Это действие приведет к появлению экрана 'Change the address' (Изменение адреса):



Адрес калибратора 9100 на шине IEEE-488 может быть любым числом в пределах от 0 до 30.

2. Используйте редактирование цифр (Digit edit) или прямое редактирование (Direct edit) для ввода требуемого номера адреса. Если используется прямое редактирование, то после ввода номера нажмите клавишу ↵.

3. Нажмите **EXIT** для возвращения к экрану текущих настроек ('Present Settings').

---

## 6.4.2 Работа через интерфейс IEEE-488

### 6.4.2.1 Общие положения

Последовательность включения питания выполняется так же, как и при локальной работе. Калибратор 9100 может быть запрограммирован для генерации SRQ по включению питания, также подготавливая отклик о состоянии для передачи контроллеру при последующем последовательном опросе.

### 6.4.2.2 Рабочие состояния

Когда калибратор 9100 работает под управлением прикладной программы, есть два основных состояния, в зависимости от того, установила ли прикладная программа 'REN' управляющую линию в состоянии 'истина' или 'ложь' ('true' or 'false'):

#### 1. REN True (истина) ('REN' низкий уровень линии):

Калибратор 9100 может быть адресован и управляем в любом режиме 'Manual' (Ручной) или 'Calibration' (Калибровка). Весь доступ к средствам управления лицевой панели может быть дистанционным, за исключением нижней правой экранной кнопки, помеченной как "Enable Local Usage" (Разрешение для локального использования). Управления курсором отсутствуют.

Если LLO (Local Lockout - локальная блокировка) послана с REN в состоянии «истина», то экранная кнопка 'Enable Local Usage', будет недействующей. Если LLO не была послана, то экранная кнопка 'Enable Local Usage' будет возвращать к локальному управлению, как если бы REN была в состоянии «false – ложь» (см. 2 ниже).

Калибратор 9100 будет действовать в соответствии с правильными командами, выполняя любые изменения выходной величины, и т.д. Дисплей будет отслеживать эти изменения.

Дистанционное управление не работает в режимах 'Configuration' (Конфигурация) или 'Procedure' (Процедура). Это режимы только локального управления. Дистанционное управление не может прервать локально введенные режимы 'Configuration', 'Procedure' или 'Test'. Однако, 'Test' может выполняться дистанционно.

#### 2. REN False (ложь) ('REN' высокий уровень линии):

Калибратор 9100 остается в локальном управлении, но может быть адресован и управляем, в то время как полный доступ к управлению с лицевой панели также сохраняется.

Калибратор 9100 будет действовать в ответ на команды, выполняя любые изменения выходных величин, и т.д.

Эти изменения происходят достаточно быстро и отслеживаются только на дисплее, который отображает эти изменения.

### 6.4.2.3 Programmed Transfer to Local Control (GTL or REN False)

Прикладная программа может переключить калибратор 9100 в режим локального управления (посылая команду GTL, или устанавливая REN линию в состоянии false - ложь), позволяя пользователю использовать ручное управление с лицевой панели.

Прикладная программа может восстанавливать 'Дистанционное' управление, посылая команду отмены: Listen Address с REN true (истина) (адресуя 9100 как приемнику с разрешением дистанционного управления (line true – линия в состоянии «истина») {Low}). Это восстановит дистанционное управление, если калибратор 9100 не находится в режимах Configuration, Procedure или Test.

---

#### 6.4.2.4 «Очистка прибора» ('Device Clear')

Команды DCL или SDC установят следующие состояния прибора:

- все IEEE 488 входные и выходные буфера очищаются;
- с 'IFC' (Interface Clear), любая шина аппаратно-зависимых сообщений удерживается очищенной.
- байт состояния изменяется, очищая MAV бит.

Эти команды **не будут**:

- изменять любые параметры настройки или сохраненные данные в устройстве, кроме перечисленных выше;
- прерывать аналоговый выход;
- прерывать или влиять на любые функции прибора, не связанные с IEEE 488 системой.

#### 6.4.2.5 Уровни сброса

Три уровня сброса определены для прикладных программ IEEE 488.2, полный системный сброс выполняет сброс на всех трех уровнях, по порядку для каждого устройства. В других обстоятельствах они могут использоваться индивидуально или в комбинации:

**IFC** инициализация шины;

**DCL** инициализация обмена сообщениями;

**\*RST** инициализация устройства.

Влияние команды **\*RST** описано в *Приложении С* к данному разделу.

## 6.4.3 Обмен сообщениями

### 6.4.3.1 IEEE 488.2 Model

Документация на IEEE 488.2 иллюстрирует его модель Message Exchange Control Interface (Интерфейс управления обмена сообщениями) на подробном уровне, который требуется проектировщикам приборов. Многие из информации на этом уровне интерпретации (типа подробностей о внутренних сигнальных цепях и т.д.) прозрачно прикладному программисту. Однако, поскольку каждый тип ошибок, помеченных в Event Status Register (регистре состояния событий) связан со специфической стадией процесса, упрощенная модель интерфейса калибратора 9100 может быть полезной. Она приведена ниже на Рис. 6.1, вместе с краткими описаниями действий ее функциональных блоков.

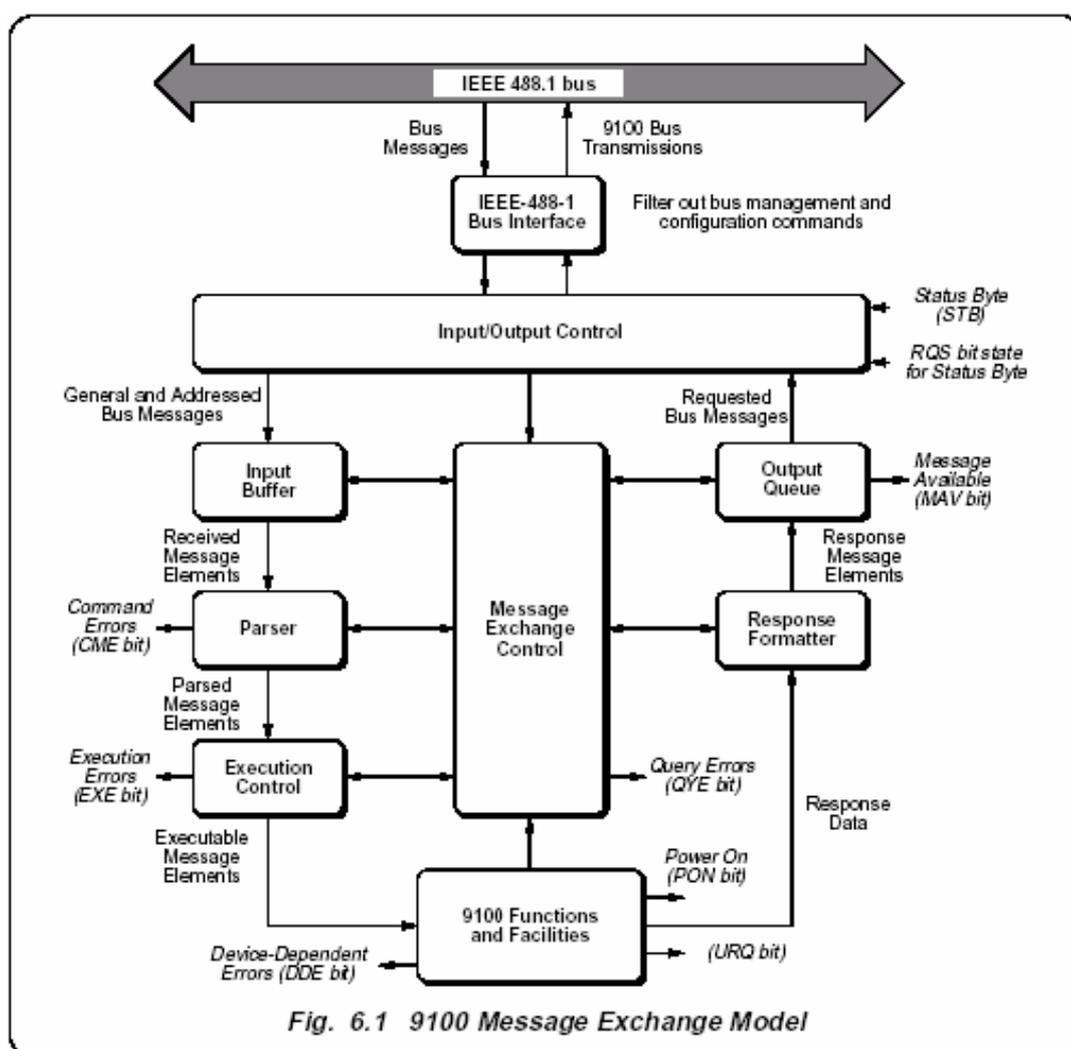


Рис. 6.1. Модель обмена сообщениями калибратора 9100

### Замечание: спаренные команды

Спаренные команды лучше описать как пример:

В Разделе 7, на страницах 7-5 и 7-10 приведены графики зависимостей 'Volt-Hz' (В - Гц) и 'Amp-Hz' (А - Гц). В калибраторе 9100 никакой переменный выходной сигнал не может быть установлен, амплитуда и частота которого выходят за профиль приведенных зависимостей.

При последовательном выполнении команд изменение амплитуды и частоты (т.е.:VOLT 121;:FREQ 10E3 - настройка в пределах конфигурации) вызвало бы ошибку исполнения, если бы текущая частота была установлена на 50 кГц, поскольку комбинация 121 В и 50 кГц - вне конфигурации.

Такие аномалии преодолеваются установкой связи между командами, которая позволяет задерживать выполнение индивидуальных компонентов, пока все непрерывно соединенные команды в группе не проанализированы на правильность отмеченной комбинации.

Заметьте, что это не требует, чтобы все соединенные компоненты в группе были применимы для каждого нового сигнала, но те, которые запрограммированы, будут анализироваться на соответствие.

Индивидуальные команды могут быть членами нескольких соединенных групп команд. Обратитесь к Приложению А в этом Разделе, странице 6-А1, для объяснения соединенных групп.

### 6.4.3.2 Подсистема состояния 9100 (STATUS Subsystem)

**Управление Ввода/Вывода** передает сообщения из выходной очереди калибратора 9100 в системную шину и наоборот: из шины или во входной буфер или другой predetermined адрес в пределах интерфейса устройства. Он получает Status Byte (байт состояния) от системы отчета о состоянии, также как состояние бита Request Service (обслуживания запроса), который является 6 битом отклика байта состояния (Status Byte). Бит 6 отражает 'состояние истина' запроса обслуживания (Request Service) состояния интерфейса.

### 6.4.3.3 Входящие команды и запросы

**Входной Буфер** – это очередь «первый вошел - первый вышел», с максимальной емкостью 128-байт (символов). Каждый входящий символ в управлении ввода/вывода (I/O Control) генерирует прерывание для процессора прибора, который размещает его во входной буфер для экспертизы анализатором синтаксиса (Parser).

Символы удаляются из буфера и транслируются с соответствующими уровнями проверки синтаксиса. Если скорость программирования слишком велика для синтаксического анализатора или управления выполнением, буфер прогрессивно заполнится. Когда буфер заполнен, установленная связь поддерживается.

**Синтаксический анализатор** проверяет каждый входящий символ и контекст сообщения на соответствие универсальному синтаксису, определенному стандартом, и соответствие синтаксису для данного прибора. Неправильный синтаксис определяется как ошибка команды (**Command Error**), устанавливая бит 5 в состояние истина (CME) определенного стандартом регистра состояния события (Event Status) (*обратитесь к Подразделу 6.5 'Retrieval of Device Status Information - Поиск Информации Состояния Устройства'*).

**Контроль выполнения (Execution Control)** получает синтаксически правильные сообщения и оценивает, могут ли они быть выполнены в текущем запрограммированном состоянии функций и средств калибратора 9100. Если сообщение - не исполнимо, тогда выводится ошибка исполнения (Execution Error), устанавливая бит 4 в состояние истина (EXE) определенного стандартом регистра состояния событий (Event Status register). Исполнимые сообщения выполняются по порядку, изменяя функции или средства калибратора 9100 и т.д. Исполняемые команды не 'накладываются'; управление выполнением калибратора 9100 обрабатывает все команды или *соединенные группы команд* (см. *Примечание в левом столбце*) 'последовательно' (т.е. ожидает результирующих действий, следующих из предыдущей команды, чтобы завершить ее перед выполнением следующей).

### 6.4.3.4 Функции и средства калибратора 9100

Блок функций (Functions) и средств (Facilities) калибратора 9100 содержит все аппаратно-зависимые функции и особенности, принимая элементы исполнимых сообщений (Executable Message Elements) от устройства управления выполнением (Execution Control) и выполняя связанные операции. Он отвечает на любой из элементов, которые имеют силу запроса (как для IEEE 488.2 (Common Query Commands), так и для аппаратно зависимых команд (Devicespecific Commands) калибратора 9100), посылая любые требуемые данные (Response Data) форматирователю ответа (Response Formatter) (после выполнения назначенных внутренних операций).

**Аппаратно-зависимые (Device-dependent)** ошибки обнаруживаются в этом блоке. Бит 3 (DDE) стандартного регистра состояния события (Event Status) устанавливается в состояние истина при обнаружении внутренней операционной ошибки. Каждый регистрируемый номер ошибки добавляется в очередь ошибок (Error Queue) при появлении ошибки.

---

#### 6.4.3.5 Выходные отклики

**Формирователь Отклика (Response Formatter)** получает информацию от данных отклика (Response Data) (который поддерживается блоками функций (Functions) и средств (Facilities)) в виде запросов (Query Requests). Из них он формирует элементы ответного сообщения (Response Message Elements), которые помещаются как сообщение отклика (Response Message) в очередь вывода (Output Queue).

**Очередь вывода (Output Queue)** действует как память для выходных сообщений, пока они не прочитаются прикладной программой по системной шине. Пока очередь вывода содержит один или более байтов, то бит 4 регистра байта состояния устанавливается в состояние *истина* (Message Available - MAV). Бит 4 устанавливается в состояние *ложь*, когда очередь вывода пуста (*обратитесь к Подразделу 6.5 'Поиск Информации Состояния Устройства'*).

#### 6.4.3.6 Ошибка запроса ('Query Error')

Она указывает, что прикладная программа, следуя за несоответствующим сообщением протокола обмена, приходит к условию *Прерывания, Незаконченности* или *Блокированию*:

Обратитесь к 'Бит 2' в *параграфе 6.5.3.5*.

Документация определяет отклики калибраторов 9100, часть из которых устанавливает бит 2 регистра состояния события в состояние *истина* (QYE).

### 6.4.4 Обслуживание запроса (RQS)

#### 6.4.4.1 Причины для обслуживания запроса

Есть две основных причины для прикладной программы, чтобы запросить обслуживание от контроллера:

- когда интерфейс обмена сообщения калибратора запрограммирован, чтобы сообщить об ошибке системного программирования;
- когда калибратор 9100 запрограммирован, чтобы сообщить о существенных событиях RQS.

Существенные события отличаются для различных устройств; таким образом, есть класс событий, которые известны как 'Зависящий от устройств - Device-Specific'. Они определяются разработчиком устройства.

#### 6.4.4.2 RQS в IEEE 488.2 модели

Прикладной программист может допускать или исключать событие(я), которые инициируют RQS на определенных стадиях прикладной программы. Модель IEEE 488.2 расширена, чтобы включить гибкую структуру отчета о состоянии SCPI, в котором требования и проектировщика устройства и прикладного программиста выполнены.

Эта структура описана в *Подразделе 6.5, 'Поиск информации о состоянии устройства'*.

---

## **6.5. Поиск информации о состоянии устройства**

### **6.5.1 Общие положения**

Для любой системы с дистанционным управлением, условие обновления информации о характеристике системы имеет особую важность. В случае систем, которые работают под автоматическим управлением, контроллер требует необходимой обратной связи, позволяющей выполнять задачу; любое прерывание непрерывности процесса может иметь серьезные результаты.

При разработке прикладной программы, программист должен протестировать и пересмотреть ее, зная ее действие. Уверенность, что элементы программы изложены в правильной грамматике и синтаксисе (и что команды и запросы программы должным образом принимаются и исполняются), помогает уменьшить число итераций, необходимых для разработки и подтверждения жизнеспособности всей программы. Так что любая помощь, которая может закрыть информационный цикл, должна принести пользу и в трансляции и в последующем использовании программы.

Такую информацию дают следующие страницы.

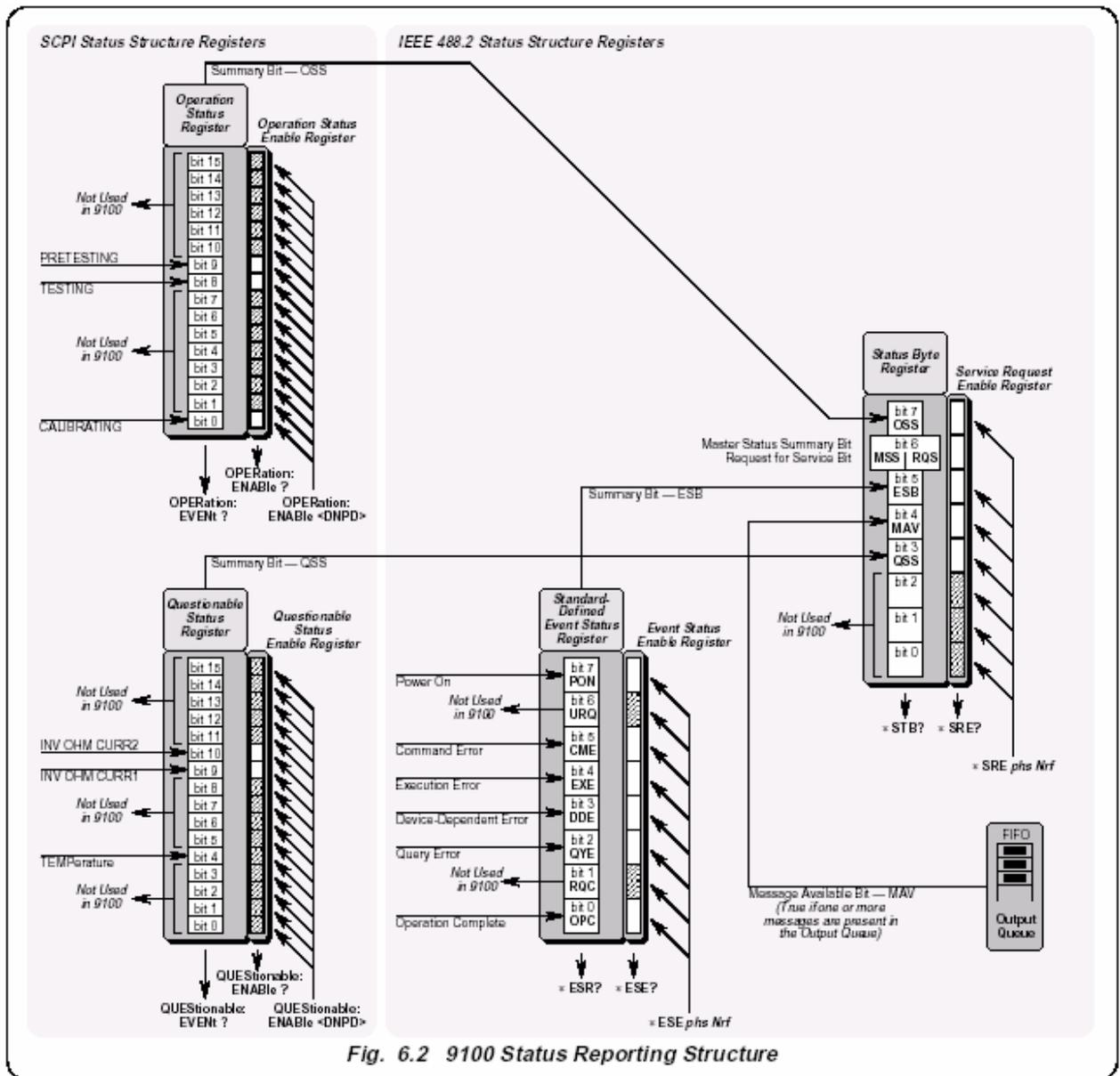


Fig. 6.2 9100 Status Reporting Structure

Рис.6.2. Структура отчета о статусе калибратора 9100

---

## 6.5.2 Особенности, определяемые стандартами IEEE-488 и SCPI (рис. 6.2)

Обеспечиваются две основных категории информации: информация «Status Summary - резюме состояния» и состояния «Event Register - регистр событий».

### 6.5.2.1 Информация «Резюме состояния» и SRQ

Байт состояния состоит из четырех 'итоговых' битов, которые уведомляют о событиях, зафиксированных в 8-битовом определяемом IEEE-488.2 'Event Status Register - регистре состояния события' (ESB), двух 16-битовых, определяемых SCPI регистрах (OSS и QSS) и выходной очереди (MAV). Всякий раз, когда один из этих итоговых битов разрешен и установлен в состояние *истина*, "итоговый" бит (MSS) байта состояния также устанавливается в состояние *истина*. Буферизированный бит 'RQS' следует *истине*, когда MSS в состоянии *истина*, и установит IEEE-488 SRQ линию в состояние *истина* (обратите внимание, что на Рис. 6.2 нет стрелок, указывающих на бит 6 регистра Service Request Enable (разрешения запроса обслуживания) - бит 6 всегда доступен). Последующий последовательный опрос прикладной программы обнаружит, что 9100 был запрошиваемым устройством (при сбросе RQS снова в состояние *ложь*, MSS остается в состоянии *истина*), и какой из итоговых битов находится в состоянии *истина*. Команда \*STB? - эквивалент команды последовательного опроса, когда последовательный опрос недоступен.

### 6.5.2.2 Состояния регистра событий

Итоговые биты байта состояния направляют прикладную программу вниз по структуре к причинным событиям.

ESB и MAV - особенности стандарта IEEE-488, описанные подробно в Подразделе 6.5.3.

OSS и QSS - особенности структуры SCPI, описанные в Подразделе 6.5.4.

### 6.5.2.3 Доступ через прикладную программу

Обратитесь к Рис. 6.2, и возьмите как пример основной регистр состояния события:

#### Разрешение Событий

Основной, *определяемый стандартом регистр состояния события (Event Status Register)*, имеет второй *'Event Status Enable Register - регистр разрешения состояния события'*. Команда программы (\*ESE *phs Nrf*) используется, чтобы установить состояние битов в регистре *Enable - допуск*. Это разрешает или запрещает события, которые установят итоговый бит основного регистра в состояние *истина*.

#### Чтение регистра Допуска

Команда 'Запрос' (\*ESE?) разрешает прикладной программе читать состояние регистра *Enable*, и, следовательно, выяснять, о каких событиях сообщается.

#### Чтение главного регистра

Другая команда 'запроса' (\*ESR?) читает состояние главного *определяемого стандартом* регистра, чтобы определить, какое событие произошло (то есть явилось причиной установки итогового бита в состояние *истина*).

Чтение этого регистра очищает все его биты.

#### Сообщение о Событии

Если о событии сообщается через SRQ, его соответствующий бит доступа устанавливается в состояние *истина*, (используя номер *Nrf*).

Каждый бит в *определенном стандартом* регистре остается в состоянии *ложь* до тех пор, пока назначенное событие не произойдет, после чего его состояние изменяется на *истину* и остается *истинным* до тех пор, пока не очищается командами \*ESR? или \*CLS. Это заставляет итоговый бит регистра в байте состояния также быть установленным в состояние *истина*. Если этот бит разрешен, то *бит 6* бита состояния (MSS/RQS) будет установлен в состояние *истина*, и калибратор 9100 установят IEEE-488 шину SRQ в состояние *истина*.

#### Регистры состояния SCPI

Два SCPI регистра состояния работают аналогичным образом, используя соответствующие программные команды для установки регистров допуска, и команды запроса для определения состояния регистров.

#### Последующее действие

Таким образом прикладной программист дает возможность любому назначенному событию вызвать SRQ или нет. Контроллер может быть запрограммирован для чтения бита состояния, используя последовательный опрос регистра бита состояния и состояния *истина* итогового бита (ESB, OSS, QSS или MAV).

Затем прикладная программа исследует соответствующую структуру события, пока причина события не будет обнаружена. Подробности для каждого регистра описаны в следующих параграфах и в описаниях команды.

## 6.5.3 Отчет состояния 9100 – основы IEEE-488.2

### 6.5.3.1 Модель IEEE 488.2

Это развитие модели IEEE 488.1 в расширенную структуру с более определенными правилами. Эти правила вызывают использование стандарта 'Общих' сообщений и обеспечивают зависящие от устройств сообщения. Особенность структуры - использование регистров 'События', каждого с его собственным регистром представления (доступа), как показано в *рис. 6.2*.

### 6.5.3.2 Структура калибратора 9100

IEEE 488.2 стандарт обеспечивает обширную иерархическую структуру с байтом состояния на вершине, определяя свои биты 4, 5 и 6 и их использование как итоговых в структуре событий как определено в *стандарте*, и которые должны быть включены в устройство для соответствия требованиям стандарта. Калибраторы 9100 используют эти биты как определено в стандарте.

Биты 0, 1, 2, 3 и 7 доступны проектировщику устройства; в калибраторах 9100 используются биты 3 и 7 так, как они определены по стандарту SCPI.

Это должно учитываться прикладным программистом всякий раз, когда прикладная программа читает байт состояния, что он может только получить резюме типов событий, а дальнейшие запросы необходимы для исследования подробностей, относящимся непосредственно к событиям. Например: последующий байт используется для расшифровки итогового бита 5 из байта состояния.

### 6.5.3.3. Регистр байта состояния

В этой структуре байт состояния содержится в 'Status Byte Register - регистре байта состояния'; биты распределены следующим образом:

**Биты: 0 (DIO1), 1 (DIO2) и 2 (DIO3)** не используются в байте состояния 9100. Они всегда в состоянии *ложь*.

**Бит 3 (DIO4)** Определяемый SCPI итоговый бит сомнительного состояния (Questionable Status Summary - QSS)

Суммарное состояние 'Questionable Status data – сомнительных данных состояния', находится в 'Questionable Status register – регистре сомнительного состояния' (QSR), чьи биты представляют определяемые SCPI и аппаратно-зависимые состояния в калибраторе 9100. QSS бит в состоянии *истина*, когда данные в QSR содержат один или более разрешенных бит, которые находятся в состоянии *истина*; или *ложь*, когда все разрешенные биты в байте в состоянии *ложь*. QSR и его данные определены стандартом SCPI; они описаны в *Подразделе 6.5.4*.

**Бит 4 (DIO5)** определяемый IEEE 488.2 бит доступного сообщения (Message Available Bit - MAV)

MAV бит помогает синхронизировать информационный обмен с контроллером. Он находится в состоянии *истина*, когда сообщение помещено в очередь вывода (Output Queue); или *ложь*, когда очередь вывода пуста.

Общая команда \*CLS может очищать выходную очередь, и бит 4 (MAV) регистра байта состояния; если это послано немедленно после 'Program Message Terminator - признака конца сообщения программы'.

**Бит 5 (DIO6)** определяемый стандартом IEEE 488.2 бит «Event Summary Bit – итоговый бит события (ESB)»

Суммирует состояние «Event Status byte - байта состояния события», содержится в «Event Status register - регистре состояния события» (ESR), чьи биты представляют определяемые IEEE 488.2 состояния в устройстве. ESB бит *истинен*, когда байт в ESR содержит один или более разрешенных бит, которые в состоянии *истина*; или *ложь*, когда все разрешенные биты в байте в состоянии *ложь*.

**Бит 6 (DIO7)** - Master Status Summary Message (бит MSS): устанавливается в состояние *истина*, если один из битов от 0 до 5 или бит 7 в состоянии *истина* (биты 0, 1 и 2 - всегда в состоянии *ложь* в калибраторе 9100).

**Бит 7 (DIO4)** определяемый SCPI бит Operation Status Summary (OSS)

Суммирует состояние «Operation Status data – данных состояния операции», содержится в «Operation Status register - регистре Состояния Операции (OSR)», чьи биты представляют выполняемые процессы в калибраторе 9100. OSS бит в состоянии *истина*, когда данные в OSR содержат один или более разрешенных бит, которые находятся в состоянии *истина*; или *ложь*, когда все разрешенные биты в байте в состоянии *ложь*. OSR описан в *Подразделе 6.5.4*.

#### **Чтение регистра байта состояния**

##### **\*STB?**

Общий запрос: \*STB? Читает двоичное число в регистре байта состояния. Отклик в форме десятичного числа, которое является суммой двоичных взвешенных значений в разрешенных битах регистра. В калибраторах 9100, двоично-взвешенные величины биты 0, 1 и 2 всегда нулевые.

#### **6.5.3.4 Регистр обслуживания доступных (разрешенных) запросов**

Регистр SRE - содержит значения для прикладной программы для выбора, разрешая индивидуальные итоговые биты байта состояния, тех типов событий, которые заставляют 9100 инициировать RQS. Он содержит модифицированный пользователем образ байта состояния, где каждый бит в состоянии *истина* допускает его соответствующий бит в байт состояния.

#### **Бит Селектора: \*SRE *phs Nrf***

Общая команда программы: \*SRE *phs Nrf* осуществляет выбор, где *Nrf* - десятичное число, двоичное декодирование которого - требуемый бит-образ в байте разрешения. Например:

Если RQS требуется только, когда происходит определенное стандартом событие и когда сообщение доступно в выходной очереди, то *Nrf* должен быть установлен в 48. Бинарное декодирование - 00110000, так бит 4 или бит 5 в состоянии *истина*, генерирует RQS; но при этом декодировании, даже если бит 3 *истинен*, никакого RQS не возникает. Калибратор 9100 всегда устанавливает в состояние *ложь* биты 0, 1 и 2 байта состояния, так что они никогда не порождают RQS, разрешено это или нет.

#### **Чтение регистра разрешения запроса (Request Enable Register)**

Общий запрос: \*SRE? читает двоичное число в регистре SRE. *Отклик* в форме десятичного числа, которое является суммой двоично-взвешенных величин в регистре. Двоично-взвешенные величины битов 0, 1 и 2 всегда будут нулевые.

<p><b>Замечание относительно очереди ошибок</b></p> <p>Очередь ошибок - последовательный стек памяти. Каждой переносной ошибке дается списочный номер и объяснение, которые вводятся в очередь ошибок, как только ошибка возникает. Очередь читается с разрушением как стек «первый вошел/первый вышел», используя системную SYSTem команду запроса ERRor? для получения номера кода и сообщения. Повторное использование запроса SYSTem ERRor? будет читать последовательно аппаратно-зависимые, ошибки команд и ошибки исполнения, пока очередь не опустеет и не появится сообщение 'Empty' (0, "Нет ошибок"). Полезно неоднократно читать очередь ошибок, пока не появится сообщение 'Empty'. Общая команда *CLS очищает очередь.</p>	<p><b>6.5.3.5 Определяемый IEEE 488.2 регистр состояния события</b></p> <p>'Event Status Register - регистр состояния события' содержит байт состояния события (Event Status Byte), состоящий из битов событий, каждый из которых указывает на специфическую информацию. Все биты 'липкие'; т.е., как только он установлен в состояние <i>истина</i>, то не может быть возвращен в состояние <i>ложь</i>, пока регистр не очищен. Это происходит автоматически при чтении запросом: *ESR?. Общая команда *CLS очищает регистр статуса события и связанную очередь ошибок, но не регистр разрешенного состояния события.</p> <p><b>Заметьте</b>, что, в связи с тем, что биты 'липкие', необходимо читать соответствующий зависимый регистр состояния структуры, чтобы очистить его биты и разрешить появление нового случая из того же самого источника.</p> <p>Биты регистра состояния события поименованы в мнемонической форме следующим образом:</p> <p><b>Бит 0</b> Операция завершена (OPC) Этот бит в состоянии <i>истина</i> только в том случае, если *OPC был запрограммирован и все выбранные незаконченные работы завершены. Поскольку калибраторы 9100 работают в последовательном режиме, его полезность ограничена регистрацией завершения длинных операций, типа самотестирования.</p> <p><b>Бит 1</b> Запрос контроля (RQC) Этот бит не используется в 9100. Он всегда устанавливается в состояние <i>ложь</i>.</p> <p><b>Бит 2</b> Запрос ошибки (QYE) QYE в состоянии <i>истина</i> указывает, что прикладная программа следует за несоответствующим протоколом обмена сообщения, приводя к следующим ситуациям:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Условие (состояние) Прерывания.</b> Когда калибратор 9100 не закончил передавать его <b>сообщение отклика на запрос программы</b>, и прерван в соответствии с новым <b>сообщением программы</b>.</li> <li>▪ <b>Условие(состояние) Незаконченности.</b> Когда прикладная программа пытается читать <b>сообщение отклика</b> от калибратора 9100 без исходной посылки законченного <b>сообщения запроса</b> (включая <b>признак конца сообщения программы</b>) прибору.</li> <li>▪ <b>Условие(состояние) Блокировки.</b> Когда буфера ввода и вывода заполнены, блокируется синтаксический анализатор и контроль выполнения.</li> </ul> <p><b>Бит 3</b> Аппаратно зависимая ошибка (DDE) DDE устанавливается в состояние <i>истина</i>, когда обнаруживается внутренняя операционная ошибка и соответствующее сообщение об ошибке добавлено к очереди ошибок. См. «Замечание относительно очереди ошибок' в предыдущем столбце.</p> <p><b>Бит 4</b> Ошибка Выполнения (EXE) Ошибка выполнения генерируется, если полученная команда не может быть выполнена, вследствие состояния устройства или нахождения параметра команды вне границ. Соответствующее сообщение об ошибках добавляется к очереди ошибок. См. «Замечание относительно очереди ошибок» в предыдущем столбце.</p>
--	--

---

**Бит 5** Ошибка команды (CME)

CME наблюдается, когда полученная по шине команда не удовлетворяет IEEE 488.2 универсальному синтаксису или синтаксису команды устройства, запрограммированный в синтаксическом анализаторе приборного интерфейса, и не признана как имеющая силу команда. Соответствующее сообщение об ошибке добавляется к очереди ошибок. См. «Замечание относительно очереди ошибок» на предыдущей странице.

**Бит 6** Запрос Пользователя (URQ)

Этот бит не используется в калибраторе 9100 и всегда установлен в состояние *ложь*.

**Бит 7** Включение электропитания калибратора 9100 (PON)

Этот бит устанавливается в состояние *истина* только по включению питания калибратора 9100, последующем успешном самотестировании и установке по умолчанию калибратора 9100 в ручной режим при включении питания. (Если по включению калибратор устанавливается в режим «процедур», то дистанционное управление невозможно. Если самотестирование не прошло, то калибратор 9100 сообщит об этом факте в режиме Test, который также не разрешает дистанционное управление).

Действительно ли генерируется SRQ, с установкой бита 7 в состояние *истина*, зависит от предварительно запрограммированного сообщения «Power On Status Clear – очистки состояния по включению питания» \*PSC *phs Nrf*:

- для *Nrf* 1, регистр разрешенного статуса события, был бы очищен по включению питания, так что PON не будет генерировать ESB бит в регистре байта состояния, и SRQ не появляется при включении питания.
- если *Nrf* был нулевой, и бит 7 регистра разрешенного статуса события установлен в состояние *истина*, и бит 5 регистра разрешения на обслуживание запроса установлен в состояние *истина*; изменение состояния от выключенного питания к включенному генерирует SRQ. Это возможно потому, что состояния разрешающего регистра поддерживается в энергонезависимой памяти и восстанавливается по включению питания.

Эта особенность включена, чтобы позволить прикладной программе устанавливать состояния так, чтобы переход от состояния "Питание выключено" к "Питание включено" (который может сбросить программу 9100) генерировало SRQ. Чтобы этого достигнуть, бит 7 регистра статуса события должен быть постоянно *истинен* (с \*ESE *phs Nrf*, где  $Nrf \geq 128$ ); бит 5 регистра разрешенного байта состояния (Status Byte Enable), должен быть постоянно установлен в состояние *истина* (командой \*SRE *phs Nrf*, где *Nrf* находится в одной из диапазонов 32-63, 96-127, 160-191 или 224-255); Power On Status Clear (Очистка статуса при включении питания) должна быть заблокирована (\*PSC *phs Nrf*, где  $Nrf = 0$ ); и регистр статуса события должен быть прочитан со сбросом немедленно после включения питания SRQ (общим запросом \*ESR?).

### 6.5.3.6 Стандартный регистр разрешенного состояния события (Event Status Enable - ESE)

Регистр ESE - средство прикладной программы для выбора, из позиций битов в определенном стандартом байте статуса события (Event Status Byte), тех событий, которые при состоянии *истина* установят ESB бит в состояние *истина* в байте статуса (Status Byte). Он содержит модифицируемый пользователем образ стандартного байта состояния события (Event Status Byte), посредством чего каждый бит *истина* действует, чтобы разрешить его соответствующий бит в стандартном байте статуса события (Event Status Byte).

#### Бит Селектор: \*ESE *phs Nrf*

Команда программы: \*ESE *phs Nrf* исполняет выбор, где *Nrf* - десятичное число, которое после декодирования в двоичный код, производит требуемый бит-образ в байте предоставления.

Например:

Если требуется установить бит ESB в состояние *истина* только когда наблюдается ошибка выполнения или аппаратно-зависимая ошибка, то *Nrf* должен быть установлен в 24. Двоичное число будет - 00011000 так что когда бит 3 или бит 4 находится в состоянии *истина*, то это установит ESB бит в состояние *истина*; но когда биты 0-2 или 5-7 находятся в состоянии *истина*, ESB бит останется в состоянии *ложь*.

#### Чтение стандартного регистра разрешенного события (Event Enable Register)

Общий запрос: \*ESE? читает двоичное число в регистре ESE. Отклик - десятичное число, которое является суммой двоично-взвешенных величин регистра.

### 6.5.3.7 Очередь Ошибок

По мере обнаружения ошибок в калибраторе 9100, они помещаются в очередь «первый вошел/первый вышел», называемую «очередью ошибок». Эта очередь соответствует формату, приведенному в описании команд SCPI (Том 2) Глава 19, параграф 19.7, как только ошибки обнаружены. Три вида ошибок обрабатываются в очереди ошибок, в последовательности, в которой они обнаружены:

Ошибки **Команд (Command Errors)**, Ошибки **Выполнения (Execution Errors)** и **Аппаратно-зависимые Ошибки (Device-Specific errors)**

#### Чтение Очереди Ошибок

Очередь читается с уничтожением как приведено в описании команд SCPI, используя команду запроса SYSTem ERRor? для получения номер кода и сообщения ошибки. Запрос SYSTem ERRor? может использоваться для чтения очереди ошибок, пока она не опустеет, после чего будет возвращено сообщение «0, No Error – нет ошибок».

## 6.5.4 Сообщения состояния калибратора 9100 - элементы SCPI

### 6.5.4.1 Общие положения

В дополнение к сообщениям статуса состояний IEEE 488.2, калибратор 9100 имеет регистры статуса выполнения и сомнительности со связанными командами условия, события и доступа ('Condition', 'Event' и 'Enable'). Дополнительное состояние имеет дело с текущей работой прибора и качеством операций.

Структура этих двух регистров приведена на *Рис. 6.2*, вместе с характером описаний событий. Доступ к регистрам детализирован в подсистеме STATUS *Подраздела 6.6* этого руководства.

### 6.5.4.2 SCPI регистры состояния

SCPI состояния разделены на две группы, работающие с регистром состояния Выполнения или Сомнительности. Каждый регистр состояния имеет свой собственный регистр 'Допуска', который может быть использован как маска, чтобы допустить биты в собственно регистр событий, подобно тому, как устанавливается команда \*ESE для стандартного регистра состояния событий (ESR).

Каждый регистр состояния связан с его собственным третьим регистром 'Условие' (на *рис. 6.2* не показан), в котором биты - не 'липкие', но устанавливаются и сбрасываются при изменении внутренних условий.

Каждому регистру допуска (Enable Register) можно установить маску для допуска к выбранным битам в соответствующем регистре событий. Все регистры ('Condition', 'Event' и 'Enable') могут опрашиваться соответствующими 'Запросами' для определения состояния их битов.

### 6.5.4.3 Регистрируемые состояния SCPI

#### Регистр состояния выполнения

Следующие 'липкие' биты устанавливаются в зависимости от условий (состояний):

**Бит 0 КАЛИБРОВКА (CALIBRATING):** происходит операция самокалибровки емкости.

**Бит 8 ТЕСТИРОВАНИЕ (TESTING):** прибор выполняет самотестирование.

**Бит 9 ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ (PRETESTING):** прибор выполняет самотестирование по включению питания.

#### Регистр состояния сомнительности

Следующие 'липкие' биты устанавливаются в зависимости от условий (состояний):

**Бит 4 TEMPerature:** сомнительное состояние опорного перехода термодпары

**Бит 9 INV OHM CURR 1:** Высокий/Низкий ток, предупреждение - вне спецификации

**Бит 10 INV OHM CURR 2:** Высокий/Низкий ток, предупреждение - изменение настроек

---

## 6.6. 9100 SCPI язык – команды и синтаксис

Команды подсистем располагаются в алфавитном порядке.

### 6.6.1 Введение

Этот подраздел перечисляет и описывает набор SCPI - совместимых дистанционных команд, используемых при работе калибратора 9100.

Для обеспечения знакомым форматом пользователей, которые ранее использовали справочную документацию SCPI, описания команды сделаны аналогичным способом. В частности, документация на каждую подсистему начинается коротким описанием, сопровождаемым таблицей с полным набором команд в подсистеме; наконец, описываются влияния индивидуальных ключевых слов и параметров.

Некоторая дополнительная идентификация стиля и синтаксиса детализирована в *параграфах 6.6.1.1 и 6.6.1.2*, чтобы разъяснить значения записи.

#### 6.6.1.1 Синтаксис и стили SCPI

Где возможно, синтаксис и стили, используемые в данном разделе, соответствуют определениям SCPI. Команды на следующих страницах разделены на три столбца; КЛЮЧЕВОЕ СЛОВО (KEYWORD), ФОРМА ПАРАМЕТРА (PARAMETER FORM) и ПРИМЕЧАНИЯ (NOTES).

Столбец КЛЮЧЕВОЕ СЛОВО (KEYWORD) дает имя команды. Фактическая команда состоит из одного или более ключевых слов, поскольку команды SCPI основаны на иерархической структуре, также известной как древовидная система.

Квадратные скобки ([]) используются, чтобы обозначить **ключевое слово**, которое является дополнительным при программировании команды; то есть калибратор 9100 будет обрабатывать команду, чтобы дать тот же самый эффект, независимо от того опущен ли дополнительное слово программистом или нет.

Регистр, при написании символа в таблицах, используется для различия между принятой краткой (верхний регистр) и длинной формой (верхний и нижний регистр).

Столбец PARAMETER FORM указывает число и порядок параметра в команде, и их узаконенное значение. Типы параметра различают, заключая тип в угловые скобки (< >). Если **форма параметра** включена в квадратные скобки ([]), то он является дополнительным (определенная осторожность должна быть принята, чтобы гарантировать, что дополнительные параметры совместимы со связанными ключевыми словами). Вертикальная полоска (|) может читаться как "или" и используется, чтобы отделить альтернативные опции параметра.

#### 6.6.1.2 Условные обозначения

<DNPD> = Десятичные числовые данные программы используются для идентификации числовой информации и необходимы для установления средств управления на требуемые значения. Числа должны быть в форме 'Nrf' как описано в документации IEEE 488.2.

<CPD> = Символьные данные программы. Они обычно представляет альтернативные группы уникальных 'правильных' имен параметра, доступных для одного и того же ключевого слова. При записи набор альтернатив будут следовать за <CPD> в столбце Parameter Form (Форма параметра) таблицы подсистемы, заключенные в пару фигурных скобок. Например, в подсистеме OUTPUT, составной заголовок команды (ключевое слово): OUTPUT:COMPensation сопровождается формой параметра <CPD> {ON|OFF|0|1}. <CPD> дает наименование данных программы 'Character - символ', и {ON|OFF|0|1} дает фактические символы, которые должны использоваться для управления каждым уникальным параметром.

<SPD> = String Program Data - Строковые данные программы. Это - строка правильных переменных символов, которые будут признаны внутренним программным обеспечением калибратора 9100. Они используются для таких вводов как пароли, серийные номера и дата/время.

? = Обозначает команды запроса без связанной формы команды и без приложенных параметров.  
(например: CALibration:TRIGger?).

(?) = Все команды, которые могут включать параметры в командной форме, а также и иметь дополнительную форму запроса без параметров.

(например: OUTPUT:COMPensation (?) <CPD> {HIGHi|LOWi})

Откликом на этот запрос будет один из параметров, перечисленных в соответствии с командой.

---

## 6.6.2. Подсистема CALibration

Данная подсистема используется для калибровки функций и аппаратных диапазонов калибратора 9100. Она будет исправлять любые системные ошибки, связанные с эффектами дрейфа или старения.

Перед любой калибровкой должны быть установлены два уровня защиты. Сначала, это непосредственно переключатель калибратора 9100, который должен быть установлен в положение CAL ENABLE. После этого должна быть послана команда пароля калибровки.

После перехода в режим калибровки (Calibration), разрешаются команды, приведенные в таблице в 6.6.2.1.

### 6.6.2.1 Таблица подсистемы CALibration

Ключевое слово	Форма параметра	Примечания
CALibration		
:SECure		
:PASSword	<SPD>	
:EXIT	[<SPD>, <CPD>{ PRD7   PRD14   PRD30   PRD60 }]	
:TARGet	<DNPD>, <DNPD>[, <DNPD>]	
:TRIGger?		[только запрос]
:SPECial?		[только запрос]
:CJUNction?	<DNPD>	

### 6.6.2.2 CAL:SEC:PASS <SPD>

#### Цель

Данная команда используется для получения доступа к режиму Calibration. <SPD> должен быть правильным паролем 'Калибровки', зарегистрированным в программном обеспечении калибратора 9100. Пароль калибровки может быть изменен только в режиме конфигурации (Configuration) с лицевой панели калибратора 9100. (Обратитесь к Тому 1 данного Руководства пользователя, Раздел 3, Параграф 3.3.2.11 и 3.2.2.22).

### 6.6.2.3 CAL:SEC:EXIT [<SPD>,<CPD>{PRD7|PRD14|PRD30|PRD60}]

#### Цель

Эта команда используется для выключения режима калибровки (Calibration), отменяя любой набор команд CAL:TARG и защищая калибровку отключением команд калибровки. Параметры в команде разрешают пользователю установить штамп-дату калибровки, сделать запись даты последующей калибровки и установить предупреждающий срок перед этой калибровкой. Некоторые функции в режиме калибровки недоступны (такие, как «Проводимость» и «Логические импульсы/уровни», для которых калибровка не требуется). После окончания процедуры калибровки, необходимо выйти от режима Calibration, чтобы обратиться к этим функциям.

- <SPD> должен быть датой следующей калибровки 9100 и должен соответствовать формату команды SYStem FORmat <spd>.
- В <CPD>, PRDXX дает требуемое число дней, предшествующих следующей калибровке.

(Обратитесь к Разделу 10, Параграфу 10.3.6).

---

## 6.6.2 Подсистема CALibration (Продолжение)

### 6.6.2.4 CAL:TARG <DNPД>,<DNPД>[,<DNPД>]

#### Цель

Для каждой операции калибровки, должна быть определена требуемая калибровочная точка (коэффициент) (Обратитесь к Разделу 10, Параграф 10.3.4). Эта команда разрешает пользователю определять три параметра, связанные с точкой калибровки для текущей операции:

- первый <DNPД> - целое число от 1 до 6, устанавливающая точку калибровки, в которой проводится калибровка. Она одна из тех, которые перечислены на экране режима Calibration, в «Target State - Положение Цели», для соответствующей функции и аппаратного диапазона.
- второй <DNPД> - величина, которая будет определять требуемый *аппаратный диапазон (амплитуду)* калибратора 9100 для точки калибровки.
- третий, дополнительный, <DNPД> - величина, которая будет определять требуемый *аппаратный диапазон (частоту)* калибратора 9100 для точки калибровки.

Например, когда калибратор 9100 находится в режиме переменного напряжения 30 В, 1 кГц:

CAL:TARG 1, 29.001, 1.05

указывает, что калибровка точки 1 требует напряжения 29.001 В и частоты 1.05 кГц.

Как только цель установлена, 9100 регулируется к значениям в пределах выбранного аппаратного диапазона напряжения и полосы частот. Для отмены реализации, должна быть послана одна из следующих команд:

TRIG? , EXIT или новая команда TARG

Любая происходящая ошибка также отменит реализацию.

---

#### 6.6.2.5 CAL:TRIG?

##### Цель

После того, как установлены параметры калибровки для отдельной калибровочной точки, эта команда инициализирует внутренний процесс калибровки.

##### Отклик

Если операция калибровки прошла успешно, тогда команда возвращает '0'. Если, по любой причине, произошел сбой процесса, то возвращается '1' и сообщение об ошибках помещается в очередь ошибок.

#### 6.6.2.6 CAL:SPEC?

##### Цель

Эта команда характеризует основной ЦАП прибора.

##### Отклик

Процесс до завершения длится приблизительно 15 минут. Если операция прошла успешно, то команда возвращает '0'. Если произошел сбой процесса по любой причине, то возвращается '1' и сообщение об ошибках помещается в очередь ошибок.

#### 6.6.2.7 CAL:CJUN? <dnrd>

##### Цель

Для получения калибровочного коэффициента из внешних измерений температуры образцового перехода в приставке, и аналогичного внутреннего измерения путем переключения по этой команде.

<dnrd> ДОЛЖНА быть применена, и должно быть сделано внешнее измерение температуры переходной приставки.

Для успешной калибровки, приставка ДОЛЖНА быть подключена и внешнее измерение ДОЛЖНО быть поддержано командой.

Это - дистанционный эквивалент ручной калибровки приставки, детально описанный в *Разделе 10, параграф 10.2.5*. Идентификация связи приставки со специфическим калибратором 9100 должна быть прописана, как и для случая ручного управления (*параграф 10.2.5.7*)

##### Отклик

Если операция калибровки прошла успешно, тогда команда возвращает '0'. Если произошел сбой процесса по любой причине, то возвращается '1' и сообщение об ошибках помещается в очередь ошибок.

---

### 6.6.3 Подсистема OUTPUT

Эта подсистема используется для выбора выходных соединений калибратора 9100, переключения выхода на «on» (включено) и «off» (выключено), и переключения компенсации проводов на «on» (включено) и «off» (выключено).

#### 6.6.3.1 Таблица подсистемы OUTPUT

Ключевое слово	Форма параметра	Примечания
OUTPUT		
[:STATe] (?)	<CPD>{ON OFF 0 1}	
:COMPensation (?)	<CPD>{ON OFF 0 1}	
:ISElection (?)	<CPD>{HIGHi HI50turn HI10turn LOWi}	

#### 6.6.3.2 OUTPUT[:STAT](<CPD>){ON|OFF|0|1}

##### Цель

Эта команда включает и выключает выход калибратора 9100.

- ON или 1 включает выход
- OFF или 0 выключает выход

##### Отклик для версии запроса

Калибратор 9100 возвратит ON, если выход подключен, или OFF, если выход отключен.

#### 6.6.3.3 OUTPUT:COMP(<CPD>){ON|OFF|0|1}

##### Цель

Эта команда переключает выходные соединения между 4-проводным и 2-проводным для функций импеданса.

##### Функции импеданса:

Сопротивление (Resistance), Проводимость (Conductance), Емкость (Capacitance) и температура PRT (PRT Temperature).

##### Отклик для версии запроса

9100 возвратит ON, если компенсация включена (4-проводное), или OFF, если компенсация выключена (2-проводное).

---

#### 6.6.3.4 **OUTP:ISEL(?) <CPD>{HIGH|HI50|HI10|LOW}**

##### **Цель**

Выход I+ в функции тока может быть установлен через незранированную клемму I+ лицевой панели или через экранированную линию (контакт 8) разъема D-типа ('Signal Output' J109), который расположен ниже клемм. Для этой цели контакт 7 разъема J109 соединен с внутренним защитным экраном, и доступен для внешнего подключения защиты. Ток всегда возвращается через основную клемму лицевой панели I-.

Через клемму лицевой панели I+ можно задать все выходные постоянные и переменные токи максимум от -20А до +20А (обратитесь к *Тому 1, Раздел 4, параграф 4.5.5.3* для временных ограничений). Через контакт 8 разъема J109 выходной ток ограничен величинами от -1А до +1А.

<b>OUTP:ISEL HIGH</b>	переключает токовые выходы на клемму I+ лицевой панели,
<b>OUTP:ISEL HI50</b>	(Опция 200) переключает токовые выходы на клемму I+ лицевой панели и обеспечивает эквивалентные токи $\pm$ (от 16.0А до 1000А) через 50-витковую катушку.
<b>OUTP:ISEL HI10</b>	(Опция 200) переключает токовые выходы на клемму I+ лицевой панели и обеспечивает эквивалентные токи $\pm$ (от 3.2А до 200А) через 10-витковую катушку.
<b>OUTP:ISEL LOW</b>	переключает токовые выходы на контакт 8 разъема J109.

##### **Отклик для версии запроса**

9100 возвратит HIGH/HI50/HI10/LOW в соответствии с активным запрограммированным параметром.

---

## 6.6.4 Подсистема SOURce

Эта подсистема используется для выбора источников выхода калибратора 9100.

### 6.6.4.1 Таблица подсистемы SOURce

Ключевое слово	Форма параметра	Примечания
[SOURce]		
:FUNCTION		
[:SHAPE] (?)		
<CPD>{DC SINusoid PULSe SQUare IMPulse TRIangle TRAPezoid SYMSquare}		
:VOLTage		
[:LEVEL]		
[:IMMEDIATE]		
[:AMPLitude] (?)	<DNPd>	
:HIGH (?) <DNPd>		
:LOW (?) <DNPd>		
:CURRent		
[:LEVEL]		
[:IMMEDIATE]		
[:AMPLitude] (?)	<DNPd>	
:RESistance		
[:LEVEL]		
[:IMMEDIATE]		
[:AMPLitude] (?)	<DNPd>	
:UUT_I (?)	<CPD>{LOW HIGH SUPER}	
:CONDuctance		
[:LEVEL]		
[:IMMEDIATE]		
[:AMPLitude] (?)	<DNPd>	
:UUT_I (?)	<CPD>{LOW HIGH SUPER}	
:CAPacitance		
[:LEVEL]		
[:IMMEDIATE]		
[:AMPLitude] (?)	<DNPd>	
:UUT_I (?)	<CPD>{LOW SUPER}	
:FREQuency		
[:CW FIXed] (?)	<DNPd>	
:PHASe		
[:ADJusT] (?)	<DNPd>	
:INPut		
[:STATe] (?)	<CPD>{ON OFF 0 1}	
:OUTPut		
[:STATe] (?)	<CPD>{ON OFF 0 1}	

---

[SOURCE] (продолжение)

```
:PULSe
  :PERiod(?)           <DNPD>
  :WIDth(?)           <DNPD>
  :DCYCLe(?)          <DNPD>
:TEMPerature
  :UNITs(?)           <CPD>{C|CEL|F|FAH|K}
  :SCALe(?)           <CPD>{TS68|TS90}
  :THERmocouple
    [:LEVEL]
      [:IMMEDIATE]
        [:AMPLitude] (?) <DNPD>
  :TYPE(?)            <CPD>{B|C|E|J|K|N|R|S|T}
:PRT
  [:LEVEL]
    [:IMMEDIATE]
      [:AMPLitude] (?) <DNPD>
  :TYPE(?)            <CPD>{PT385|PT392}
  :NRESistance(?)     <DNPD>
  :UUT_I(?)           <CPD>{LOW|HIGH|SUPer}
:CONTInuity
  [:LEVEL]
    [:IMMEDIATE]
      [:AMPLitude] (?) <DNPD>
  :TCURrent?
:INSulation
  [:LEVEL]
    [:IMMEDIATE]
      [:AMPLitude] (?) <DNPD>
  :UUT_I(?)           <CPD>{HIGH|SUPer}
  :TVOLtage?
  :TCURrent?
```

### Замечания к Таблице подсистемы [SOURCE]

В таблицу включено много дополнительных ключевых слов; они показаны в квадратных скобках, как требуется в соответствии со справочником SCPI. Структура команд установлена такой, что во всех случаях, эти дополнительные ключевые слова могут быть опущены.

### Замечания относительно типов разделителей команд

Подсистема [SOURCE] имеет сложную древовидную структуру. Для разъяснения описаний (как, например, в таблице далее), примеры ветвлений относятся к корню. В таблице, при переходе от, допустим, команды VOLT HIGH к команде VOLT LOW, командная строка возвращается к корню, так что вместо использования сокращенного разделителя ветвления «<» используется разделитель с возвращением к корню «<;».

Это не означает, что сокращенный разделитель «модуль программного сообщения» не может быть использован, просто мы определяем команды полностью, во избежание неправильного толкования.

## 6.6.4.2 [SOUR]:FUNC[:SHAP](?) <CPD>{DC|SIN|PULS|SQU|IMP|TRI|TRAP|SYMS}

### Цель

Определяет форму сигнала требуемого выхода. В некоторых случаях, также, определяет путь в калибраторе 9100 к требуемому источнику. Это необходимо для выбора источника калибратора 9100 в определенной группе, если текущий источник калибратора 9100 находится вне этой группы.

Например:

Постоянное напряжение и постоянный ток приведены ниже в Группе 2. Для выбора любого из них, если ни один источник из Группы 2 не выбран, команда FUNC DC должна использоваться перед выбором напряжения (Voltage) или тока (Current).

Для тех пользователей, кто знакомы с локальной работой (через органы управления лицевой панели) калибратора 9100, соотношения между локальным выбором функций и соответствующими дистанционными командами дает следующая таблица:

[SOURce] Группа команд	Эквивалентная локальная функция 9100	Дистанционная команда
1	a Сопrotивление (Resistance)	RES <DNPД> или RES <DNPД>; :RES:UUT_I <CPD>
	b Проводимость (Conductance)	COND <DNPД> или COND <DNPД>; :COND:UUT_I <CPD>
	c Емкость (Capacitance)	CAP <DNPД> или CAP <DNPД>; :COND:UUT_I <CPD>
	d Температура PRT (PRT Temp.)	TEMP:UNIT <CPD>; :TEMP:SCAL <CPD>; :TEMP:PRT <DNPД> или TEMP:UNIT <CPD>; :TEMP:SCAL <CPD>; :TEMP:PRT <DNPД>; :TEMP:PRT:UUT_I <CPD>
	e Температура TC (Tcoupl. Temp.)	TEMP:UNIT <CPD>; :TEMP:THER <DNPД>
2	a Пост. напряж. (DC Voltage)	FUNC DC; :VOLT <DNPД>
	b Логич. уровни (Logic Levels)	FUNC DC; :VOLT <DNPД>
	c Пост. ток (DC Current)	FUNC DC; :CURR <DNPД>
3	a Перемен. напряж. (AC Voltage)	FUNC {SIN IMP TRI TRAP SYMS}; :VOLT <DNPД>; :FREQ <DNPД>
	b Перемен. ток (AC Current)	FUNC {SIN IMP TRI TRAP SYMS}; :CURR <DNPД>; :FREQ <DNPД>
4	Частота (Frequency)	FUNC SQU; :FREQ <DNPД>; :VOLT:HIGH <DNPД>; :VOLT:LOW <DNPД>
4	a Длит./Период (Mark/Period)	FUNC PULS; :PULS:PER <DNPД>; :PULS:WID <DNPД>; :VOLT:HIGH <DNPД>; :VOLT:LOW <DNPД>
	b Сквaжность (% Duty)	FUNC PULS; :PULS:PER <DNPД>; :PULS:DCYC <DNPД>; :VOLT:HIGH <DNPД>; :VOLT:LOW <DNPД>
	c Логич. импульсы (Logic Pulses)	FUNC PULS; :PULS:PER <DNPД>; :PULS:WID <DNPД>; :VOLT:HIGH <DNPД>; :VOLT:LOW <DNPД>

### Зaмечания:

**Группа 1** Управление командой FUNC не требуется. Источник температуры (термопары) (1e) включен в ту же группу, как и другие (PRT) температурные источники.

**Группа 2** Управляющая команда: FUNC DC требуется. Дистанционный эквивалент локальной функции 'Logic Levels' использует те же команды, как для основной локальной функции DC Voltage.

**Группа 3** Управляющая команда: FUNC {SIN|IMP|TRI|TRAP|SYMS} требуется. Все показанные формы сигналов доступны только в этой группе.

**Группа 4** Управляющая команда: FUNC SQU требуется. 'Hz (Frequency - частота)' использует фиксированную сквaжность 50%.

**Группа 5** Управляющая команда: FUNC PULS требуется. Все локальные эквиваленты включают переменное отношение Длительность/Период.

**Примечание.** Группы команд [SOURce], перечисленные в таблице, не требуют SCPI протокола, они были применены специально в этом описании только для более четкого объяснения.

---

## Измерение функции и значения параметров по умолчанию

Величины, установленные как параметры, не сохраняются при изменении **Эквивалентной локальной функции (Equivalent Local Function - ELF)**, как указано в таблице.

Когда калибратор 9100 переходит от, скажем, *ELF 1a* к *ELF 1b*, программируемые параметры *ELF 1a* будут установлены на значения по умолчанию, и должны быть перепрограммированы при возвращении, если требуются различные значения.

### <CPD>

'Символьные данные программы' определяют форму выходных сигналов. Они могут быть выбраны из восьми альтернатив:

<b>DC</b>	Определяет, что последующий выбор VOLT или CURR выберет аппаратные средства для постоянного напряжения или тока (DC). Уровни напряжения или тока будут установлены впоследствии, используя команды VOLT <DNPД> или CURR <DNPД>.
<b>SINusoid</b>	Последующий выбор VOLT или CURR выберет аппаратные средства для переменного (AC) выходного напряжения или тока. Среднеквадратические значения напряжения или тока будут установлены, используя команды VOLT <DNPД> или CURR <DNPД>. Значения частоты будут установлены, используя команду FREQ <DNPД>.
<b>SQUare</b>	Выбирает импульсное выходное напряжение, и определяет, что отношение длительность/период будет 0.5 для любой выбранной частоты (FREQ). Высокий и низкий уровень напряжения будет установлен на значения по умолчанию +5 В и 0 В, пока не использован набор команд VOLT HIGH и VOLT LOW.
<b>PULSe</b>	Выбирает импульсное выходное напряжение и определяет, какое отношение длительность/период будет установлено выбором PULS PER вместе с PULS WID или PULS DCYC. Высокие и низкие уровни напряжения будут установлены на значения по умолчанию +5 В и 0 В, пока не использованы команды VOLT HIGH и VOLT LOW.
<b>IMPulse   TRIangle   TRAPezoid   SYMSquare</b>	Последующий выбор VOLT или CURR выберет аппаратные средства для переменного (AC) выходного напряжения или тока, с формой сигнала 'Импульс, Треугольный, Трапецидальный или Симметричный прямоугольник - Impulse, Triangular, Trapezoidal или Symmetrical Square' ( <i>обратитесь к Тому 1, Раздел 4, параграфы 4.4.3.4 и 4.4.6.4</i> ). Величины среднеквадратического (RMS) напряжения или тока устанавливаются, используя команды VOLT <DNPД> или CURR <DNPД>. Значения частоты устанавливаются, используя команду FREQ <DNPД>.

### Примеры использования элементов FUNC:

Пример командного сообщения для выбора источника 10.5 В Группы 2, если находитесь вне Группы 2:

```
FUNC DC;:VOLT 10.5
```

Для выбора источника синусоидального переменного тока 200 мА при 1 кГц из Группы 3, если находитесь вне Группы 3:

```
FUNC SIN;:CURR 200E-3;:FREQ 1E3
```

Для выбора (если находитесь вне Группы 5) импульсного сигнала с периодом 200 мкс и скважностью 60%, с уровнями напряжения между +3.5 В и -1.5 В:

```
FUNC PULS;:PULS:PER 2E-4;:PULS:DCYC 60;:VOLT:HIGH 3.5;:VOLT:LOW -1.5
```

### Источники в той же группе

При выборе источника из *той же* группы команд [SOURce], *нет* необходимости в использовании команды FUNC.

### Отклик для версии запроса

Калибратор 9100 возвратит соответствующий <CPD> из выбора {DC|SIN|PULS|SQU|IMP|TRI|TRAP|SYMS}, который представляет "форму" сигнала текущего источника. Если калибратор 9100 запрограммирован для одной из функций импеданса (impedance) (Группа 1 в таблице), то вернется NONE.

---

#### 6.6.4.3 [SOUR]:VOLT[:LEVE][:IMM][:AMPL](?) <DNPD>

##### Цель

Эта команда выбирает аппаратную конфигурацию для постоянного (DC) или переменного (AC) напряжения в зависимости от того, какой параметр DC или SIN | IMP | TRI | TRAP | SYMS включен в последнюю использованную команду FUNC.

##### <DNPD>

'Десятичные числовые данные программы' являются числом, которое устанавливает требуемое напряжение выхода, выраженное в единицах постоянного (DC) или среднеквадратического (RMS) значения переменного напряжения (AC). Калибратор автоматически выберет «лучший» аппаратный диапазон для определенного выходного напряжения. Для постоянного напряжения калибратор 9100 принимает величины со знаком или без знака.

Подробности локальной работы и ограничения параметров описаны в *Томе 1, Раздел 4, Подразделы 4.3* (постоянное напряжение - DCV), *4.4* (переменное напряжение - ACV) или *4.17* (логические уровни).

##### Отклик для версии запроса

Прибор вернет текущее значение постоянного или переменного выходного напряжения, в зависимости от того, какой параметр был включен (или подразумевался) в последней команде FUNC: DC или SIN | IMP | TRI | TRAP | SYMS. Возвращаемое число будет в стандартном научном формате (например: -200  $\mu$ V DC возвратится как -2.0E-4 — положительное число без знака).

#### 6.6.4.4 [SOUR]:VOLT[:LEVE][:IMM]:HIGH(?) <DNPD>

##### Цель

Данная команда устанавливает высокий (наиболее положительный) уровень напряжения для прямоугольного или импульсного выхода напряжения, который был выбран параметром SQU или PULS, включенным в самую последнюю команду FUNC.

##### <DNPD>

'Десятичные числовые данные программы' являются числом, который устанавливает требуемый высокий уровень (наиболее - положительный) выходного напряжения запрограммированной формы сигнала, выраженного в единицах «вольт». Это автоматически выберет «лучший» аппаратный диапазон для определенного выходного напряжения, вместе с соответствующей командой VOLT:LOW для той же самой формы сигнала.

Значение <DNPD> не может быть равно или более отрицательно, чем число, которое послано как <DNPD> с соответствующей командой VOLT:LOW для той же самой формы сигнала. Калибратор 9100 принимает положительные величины со знаком или без знака.

Подробности локальной работы и ограничения параметров описаны в *Томе 1, Раздел 4, Подразделы 4.9* (Частота), *4.10* (Длительность/Период), *4.11* (Скважность %) или *4.16* (Логические импульсы).

##### Отклик для версии запроса

Прибор возвратит текущее значение выходного напряжения высокого уровня, связанное с параметром SQU или PULS неявно или включенного в команду запроса. Возвращенный число будет в стандартном научном формате (например: +200mV возвратится как 2.0E-1 - положительные числа без знака).

---

#### 6.6.4.5 [SOUR]:VOLT[:LEVE][:IMM]:LOW(?) <DNPД>

##### Цель

Данная команда устанавливает низкий (наиболее отрицательный) уровень напряжения для прямоугольного и импульсного выходного напряжения, который выбран параметром SQU или PULS, включенным в наиболее последнюю команду FUNC. Для функций SQU и PULS записываются отдельные величины.

##### <DNPД>

'Десятичные числовые данные программы' являются числом, которое устанавливает требуемое выходное напряжение низкого уровня (наиболее - отрицательное) для запрограммированной формы сигнала, выраженного в единицах вольт. Это автоматически выберет «лучший» аппаратный диапазон для заданного выходного напряжения, вместе с соответствующей командой VOLT:HIGH для той же самой формы сигнала.

Значение <DNPД> не может быть равно или больше положительного, которое послано как <DNPД> с соответствующей командой VOLT:HIGH для той же самой формы сигнала. Калибратор 9100 принимает положительные значения со знаком или без знака.

Подробности локальной работы и ограничений параметра описаны в *Томе 1, Разделе 4, Подразделах 4.9 (Частота), 4.10 (Длительность/Период), 4.11 (Сквжность %) или 4.16 (Логические импульсы).*

##### Отклик для версии запроса

Прибор возвратит существующее значение выходного напряжения низкого уровня, связанное неявно с параметром SQU или PULS или включенное в команде запроса. Возвращаемое число будет в стандартном научном формате (например: +200 мВ будет возвращено как 2.0E-1 - положительные числа без знака)

---

#### 6.6.4.6 [SOUR]:CURR[:LEVE][:IMM][:AMPL](?) <DNPД>

##### Цель

Данная команда выбирает аппаратную конфигурацию для постоянного (DC) или переменного (AC) тока, в зависимости от параметра DC или SIN|IMP|TRI|TRAP|SYMS, включенного в наиболее последней команде FUNC.

##### <DNPД>

'Десятичные числовые данные программы' являются числом, которое устанавливает требуемое значение постоянного или среднеквадратического переменного тока, выраженное в амперах. Калибратор автоматически выберет «лучший» аппаратный диапазон для заданного выходного тока. Для положительного постоянного тока калибратор 9100 воспринимает значения со знаком или без знака.

Подробности локальной работы и ограничения параметра описаны в *Томе 1, Раздел 4, Подразделы 4.5 (Постоянный ток) или 4.6 (Переменный ток)*.

##### Отклик для версии запроса

Прибор возвратит текущее значение постоянного или переменного выходного тока, в зависимости от неявного параметра DC или SIN|IMP|TRI|TRAP|SYMS или включенного в самой последней команде FUNC. Возвращенное число будет в стандартном научном формате (например: 2 мкА постоянного тока будет возвращено как 2.0E-4 - положительные числа, однако, без знака).

---

#### 6.6.4.7 [SOUR]:RES[:LEVE][:IMM][:AMPL](?) <DNPД>

##### Цель

Данная команда выбирает аппаратную конфигурацию для функции сопротивления.

##### <DNPД>

'Десятичные числовые данные программы' являются числом, которое устанавливает требуемое выходное сопротивление, выраженное в единицах «Ом». Калибратор автоматически выберет «лучший» аппаратный диапазон для определенного выходного сопротивления.

Подробности локальной работы и ограничения параметра описаны в *Томе 1, Раздел 4, Подраздел 4.7 (Сопротивление)*.

##### Отклик для версии запроса

Прибор возвратит текущее значение выходного сопротивления. Возвращенное число будет в стандартном научном формате (например: 200 кОм будет возвращено как 2.0E5).

#### 6.6.4.8 [SOUR]:RES:UUT\_I(?) <CPD>{LOW|HIGH|SUPER}

##### Цель

В технологии синтеза сопротивления, используемой в калибраторах 9100, ток, текущий из испытываемого прибора (UUT) должен находиться внутри некоторого диапазона значений для каждой заданной величины сопротивления. Для испытываемого прибора, имеющего источник тока больший, чем значение в диапазоне «Low» (заданном по умолчанию), больший ток может быть получен при выборе "HIGH" или 'SUPER'.

Команда RES:UUT\_I {LOW|HIGH|SUPER} используется для переключения между тремя токовыми конфигурациями. Нет настройки по умолчанию; обратитесь к *Тому 1 Руководства Пользователя, Раздел 4, Подраздел 4.7, параграф 4.7.5.7* для описания UUT\_I отслеживания тока во время изменений диапазона сопротивления.

##### <CPD>

'Символьные программные данные' обеспечивают требуемое действие. Обратитесь к *Тому 1, Раздел 4, параграф 4.7.5.7*, для описания токовых пределов и ограничений выходного напряжения.

- LOW выберет пределы 'Low' для источника тока UUT.
- HIGH выберет пределы 'High' для источника тока UUT.
- SUPER выберет пределы 'Super' для источника тока UUT.

##### Отклик на версию запроса

Калибратор 9100 возвратит LOW, HIGH или SUP, в зависимости выбора активных пределов.

---

#### 6.6.4.9 [SOUR]:COND[:LEVE][:IMM][:AMPL](?) <DNPД>

##### Цель

Данная команда выбирает аппаратные конфигурации функции проводимости (Conductance).

##### <DNPД>

'Десятичные числовые данные программы' – число, которое устанавливает требуемую выходную проводимость, выраженную в единицах «сименс». Калибратор будет автоматически выбирать «лучший» аппаратный диапазон для заданной выходной проводимости.

Подробности для локальной работы и ограничения параметра описаны в *Томе 1, Разделе 4, Подразделе 4.8 (Проводимость)*.

##### Отклик для версии запроса

Калибратор возвратит текущее значение выходной проводимости. Возвращаемое число имеет стандартный научный формат (например: 200 мкС – будет возвращено как 2.0E-4)

#### 6.6.4.10 [SOUR]:COND:UUT\_I(?) <CPD>{LOW|HIGH|SUPer}

##### Цель

Технология синтеза проводимости, используемая в калибраторах 9100, требует, чтобы ток текущий из испытуемого прибора попадал в некоторые диапазоны величин для каждой заданной величины проводимости. Для испытуемых приборов, которые задают токи, большие, чем определено для диапазона «Low» (по умолчанию), больший ток может быть получен выбором 'HIGH' или 'SUPER'.

Команда COND:UUT\_I {LOW|HIGH|SUPer} используется для переключения между тремя токовыми конфигурациями. Нет настроек по умолчанию; обратитесь к *Тому 1 данного руководства пользователя, Раздел 4, Подраздел 4.8, параграф 4.8.5.7* для описания отслеживания тока UUT\_I во время изменения диапазонов проводимости.

##### <CPD>

'Символьные программные данные' обеспечивают требуемое действие. Обратитесь к *Тому 1, Раздел 4, параграф 4.8.5.7*, для описания токовых пределов и ограничения выходного напряжения.

- LOW выберет пределы 'Low' для источника тока UUT.
- HIGH выберет пределы 'High' для источника тока UUT.
- SUPer выберет пределы 'Super' для источника тока UUT.

##### Отклик для версии запроса

Калибратор 9100 возвратит LOW, HIGH или SUP, в зависимости выбора активных пределов.

---

#### 6.6.4.11. [SOUR]:CAP[:LEVE][:IMM][:AMPL](?) <DNPД>

##### Цель

Данная команда выбирает аппаратные конфигурации функции емкости.

##### <DNPД>

'Десятичные числовые данные программы' являются числом, которое устанавливает требуемую выходную емкость, выраженную в «Фарадах». Калибратор автоматически выберет «лучший» аппаратный диапазон для определенной выходной емкости.

Подробности для локальной работы и ограничения параметра описаны в *Томе 1, Раздел 4, Подраздел 4.13* (Емкость).

##### Отклик для версии запроса

Прибор возвратит существующее значение выходной емкости. Возвращенное число будет в стандартном научном формате (например: 200 нФ будет возвращено как 2.0E-7).

#### 6.6.4.12. [SOUR]:CAP:UUT\_I(?) <CPD>{LOW|SUPer}

##### Цель

В технологии синтеза емкости, используемой в калибраторах 9100, ток текущий от испытуемого устройства должен быть в пределах некоторых промежутков значений для каждой заданной величины емкости. Для испытуемых приборов, генерирующих токи большие, чем значения в «Low» (заданном по умолчанию) диапазоне, больший ток может быть обеспечен выбором "SUPER".

Команда CAP:UUT\_I {LOW|SUPER} используется для переключения между двумя конфигурациями токов (обратитесь к *Тому 1 Руководства пользователя, Раздел 4, Подраздел 4.7, параграф 4.7.5.7* для описания UUT-I уровней). Нет настройки по умолчанию.

Большинство диапазонов емкости не позволяют использовать SUP. Таким образом, если уже выбран SUP и сделан переход к диапазону емкости, для которой это не доступно, то будет установлен LOW.

##### <CPD>

'Символьные данные программы' обеспечивают требуемое действие. Обратитесь к *Тому 1, Раздел 4, параграф 4.13.5.7*, для описания токовых пределов и ограничения выходного напряжения.

- LOW выберет пределы 'Low' для источника тока UUT.
- SUPer выберет пределы 'Super' для источника тока UUT.

##### Отклик для версии запроса

Калибратор 9100 возвратит LOW или SUP, в зависимости выбора активных пределов.

---

**6.6.4.13 [SOUR]:FREQ[:CW|FIX](?) <DNPD>****Цель**

Данная команда используется для установки одного из трех параметров частоты, каждый из которых связан с функциями переменного напряжения ('AC Voltage'), переменного тока ('AC Current') или частоты ('Hz').

Например:

Выходная функция переменного напряжения программируется так:

```
FUNC:{SIN|IMP|TRI|TRAP|SYMS};:VOLT <DNPD>;:FREQ <DNPD>
```

Выходная функция частоты для прямоугольного сигнала программируется следующим образом:

```
FUNC SQU;;:FREQ <DNPD>;:VOLT:HIGH <DNPD>;:VOLT:LOW <DNPD>
```

Выходная функция переменного тока программируется так:

```
FUNC:{SIN|IMP|TRI|TRAP|SYMS};:CURR <DNPD>;:FREQ <DNPD>
```

**<DNPD>**

'Десятичные числовые данные программы' являются числом, которое устанавливает требуемую выходную частоту выбранной операции, выраженную в единицах «Герц». Калибратор автоматически выберет «лучший» аппаратный диапазон для определенной выходной частоты.

Для ознакомления с подробностями локальной работы и ограничениями параметра, обратитесь к *Тому 1, Раздел 4, Подраздел 4.9 (Частота)*.

**Отклик в версии запроса**

Прибор возвратит текущее значение выходной частоты для выбранной операции, в зависимости от неявного параметра SIN или SQU, или включенного в последней команде FUNC и самой последней команде VOLT или CURR. Возвращенное число будет в стандартном научном формате (например: 20 кГц будет возвращено как 2.0E4).

Например:

Для функции переменного напряжения или переменного тока, частота синусоидального сигнала возвращается в ответ на запрос: **FREQ?**

Для функции частоты («Hz»), частота прямоугольного сигнала возвращается в ответ на запрос: **FREQ?**

---

#### 6.6.4.14 [SOUR]:PHAS[:ADJust](?) <DNPD>

##### Цель

Данная команда используется для установки фазового угла выходного сигнала калибратора 9100 по отношению к сигналу на разъеме 'Phase Lock In', при работе в функциях переменного напряжения или переменного тока.

##### <DNPD>

'Десятичные числовые данные программы' являются числом, которое устанавливает требуемый фазовый угол требуемой операции, выраженный в градусах. Фазовый угол устанавливается с разрешением 0.01° в диапазоне от -180° до +180°.

##### Пример:

Фазовый угол для функции переменного напряжения может быть запрограммирован следующим образом:

```
FUNC: {SIN|IMP|TRI|TRAP|SYMS};:VOLT <DNPD>;:FREQ <DNPD>;:PHAS <DNPD>;:PHAS:INP ON;
```

##### Изменение функции, общая команда сброса \*RST и включение питания

Калибратор 9100 устанавливает фазовый угол в ноль градусов (эквивалентно команде PHAS:ADJ 0). Подробности работы и ограничения параметра описаны в *Томе 1, Разделе 4, Подразделах 4.4 и 4.6 (Переменное напряжение и переменный ток)*.

##### Отклик для версии запроса

Прибор возвратит текущее значение фазового угла для выбранной операции, в зависимости от самой последней команды VOLT или CURR. Возвращенное число будет в стандартном научном формате (например: 90° будет возвращено 9.0E1).

---

#### 6.6.4.15 [SOUR]:PHAS:INP[:STATe](?) <CPD>{OFF|ON|0|1}

##### Цель

Переменное напряжение или переменный ток могут иметь фазовый сдвиг относительно входного сигнала с образцовой фазой на разъеме 'PHASE LOCK IN' на задней панели (фазовый угол устанавливается командой PHAS:ADJust — обратитесь к 6.6.4.14).

Данная команда переключает калибратор 9100: *или* без привязки; *или* с привязкой к образцовой фазе.

##### <CPD>

'Символьные данные программы' переключают калибратор 9100: *или* без привязки (OFF или 0); *или* с привязкой к образцовой фазе, после установки фазового угла (ON или 1).

##### Пример:

Для функции переменного напряжения фазовый угол может быть запрограммирован как:

```
FUNC:{SIN|IMP|TRI|TRAP|SYMS};:VOLT <DNPD>;:FREQ <DNPD>;:PHAS <DNPD>;:PHAS:INP ON;
```

##### Изменение функции, общая команда сброса \*RST и включение питания

Состояние калибратора 9100 изменяется к состоянию «без привязки» (эквивалентно команде PHAS:INP {OFF|0}). Подробности работы и ограничения параметра описаны в *Томе 1, Разделе 4, Подразделах 4.4 и 4.6 (Переменное напряжение и переменный ток)*.

##### Отклик для версии запроса

Прибор возвращает текущую установку «состояние фазового входа - phase input state»: {OFF|ON}.

---

**6.6.4.16** **[SOUR]:PHAS:OUTP[:STATE](?) <CPD>{OFF|ON|0|1}****Цель**

Выходная фаза переменного напряжения или переменного тока может быть использована как выход с образцовой фазой через разъем 'PHASE LOCK OUT' на задней панели. Эта команда включает или выключает образцовую фазу.

**<CPD>**

'Символьные данные программы' переключают калибратор 9100: *или* подключает выход образцовой фазы (ON или 1); *или* нет (OFF или 0).

**Пример:**

Для функции переменного напряжения выходной фазовый угол может быть запрограммирован как:

```
FUNC:{SIN|IMP|TRI|TRAP|SYMS};:VOLT <DNPD>;:FREQ <DNPD>;:PHAS:OUTP ON
```

**Изменение функции, общая команда сброса \*RST и включение питания**

Калибратор 9100 отключает образцовую фазу (эквивалентно команде PHAS:OUTP {OFF|0}). Подробности работы и ограничения параметра описаны в *Томе 1, Разделе 4, Подразделах 4.4 и 4.6 (Переменное напряжение и переменный ток)*.

**Отклик для версии запроса**

Прибор вернет текущую установку 'состояние фазового выхода - phase output state': {OFF|ON}.

---

#### 6.6.4.17 [SOUR]:PULS:{PER|WID|DCYC}(?) <DNPD>

##### Цель

Данная команда используется для установки одного из трех параметров, которые связаны с работой в функции импульсного напряжения (Pulsed Voltage).

Для определения *Периода (Period)*:

FUNC PULS::PULS:PER <DNPD> - выбирает период импульсного напряжения.

Для определения *Длительности импульса (Pulsewidth)* (вместе с *Периодом*, неявное определение *Отношения Длительность/Период*):

FUNC PULS::PULS:WID <DNPD> - выбирает длительность импульса. Или:

Для определения *Отношения Длительность/Период* по отношению к *Периоду*:

FUNC PULS::PULS:DCYC <DNPD> - выбирает процент скважности импульсного напряжения.

Уровни напряжения программируются командами VOLT:HIGH <DNPD> и VOLT:LOW <DNPD>.

##### <DNPD>

'Десятичные числовые данные программы' являются числом, которое устанавливает требуемый временной интервал *периода* или временной интервал *длительности* для выбранной операции, выраженный в секундах. Для *скважности*, единицами будут проценты. <DNPD> будет автоматически выбирать «лучшую» аппаратную конфигурацию для заданных временных интервалов времени.

Например:

Импульсное напряжение (Pulsed Voltage) (эквивалентное функциям 'Mark/Period – Длительность/Период' или 'Logic Pulses – Логические импульсы') программируется следующим образом:

FUNC PULS::PULS:PER <DNPD>;PULS:WID <DNPD>;VOLT:HIGH <DNPD>;VOLT:LOW <DNPD>

Импульсное напряжение (Pulsed Voltage) (эквивалентно локально выбранной функции '% Duty Cycle - % Скважности') программируется следующим образом:

FUNC PULS::PULS:PER <DNPD>;PULS:DCYC <DNPD>;VOLT:HIGH <DNPD>;VOLT:LOW <DNPD>

Подробности локальной работы и ограничения параметра описаны в *Томе 1, Раздел 4, Подразделы 4.10 (Длительность/Период), 4.11 (% Скважность) или 4.16 (Логические импульсы)*.

##### Отклики для версии запроса

Прибор будет возвращать текущие значения периода, длительности импульса, процента скважности для выбранной операции. Возвращаемое число будет иметь стандартный научный формат (например: 50 мс возвратятся как 5.0E-2, и 30% как 3.0E1).

Например:

В функциях 'Mark/Period – Длительность/Период', 'Logic Pulses – Логические импульсы' или '% Duty Cycle - % Скважности', период прямоугольного сигнала возвращается по запросу: **PULS:PER?**

В функциях 'Mark/Period – Длительность/Период', 'Logic Pulses – Логические импульсы', длительность прямоугольного сигнала возвращается по запросу: **PULS:WID?**

В функции '% Duty Cycle - % Скважности', скважность прямоугольного сигнала возвращается по запросу: **PULS:DCYC?**

**Цель**

Данная команда влияет на величины *последующего* программирования температуры. Это демонстрируется следующими примерами:

1. Калибратор 9100 уже запрограммирован для моделирования термопары при 200°C (Цельсия). Для моделирования при 300°C, необходимо только послать команду величины: TEMP:THER 300.
2. Если теперь тот же самый прибор должен ответить в градусах Фаренгейта, может быть послана команда: TEMP:UNIT F. Результирующее выходное напряжение, запрограммированное ранее для 300°C не изменится, но теперь прибор установит, *что* это напряжение - эквивалент температуры в градусах Фаренгейта (572). Например; если послан запрос TEMP:THER?, тогда калибратор ответит числом 572. Последующие команды программирования для изменения температуры должны быть посланы со значениями температуры, выраженной в градусах Фаренгейте.
3. Перепрограммирование теперь должно быть выражено в градусах Фаренгейта, например, может быть послана команда: TEMP:THER 482, устанавливающая выходное напряжение в соответствии с моделируемой температурой 482°F (250°C или 523°K).

**<CPD>**

'Символьные данные программы' выбирают коэффициент, который будет управлять преобразованием от значения температуры до моделируемого выходного напряжения термопары (для выбранного типа термопары) или выходного сопротивления (для выбранного типа RTD). Если пользователи желают ввести температурные значения в единицах Цельсия, Фаренгейта или Кельвина, то эта команда разрешает выбрать требуемые единицы ввода.

**C|CEL** Для последующих команд TEMP:THER <DNPD> или TEMP:PRT <DNPD>, 9100 будет распознавать единицы для величин <DNPD> как 'градусы Цельсия'.

**F|FAH** Для последующих команд TEMP:THER <DNPD> или TEMP:PRT <DNPD>, 9100 будет распознавать единицы для величин <DNPD> как 'градусы Фаренгейта'.

**K** Для последующих команд TEMP:THER <DNPD> от TEMP:PRT <DNPD>, 9100 будет распознавать единицы для величин <DNPD> как 'градусы Кельвина'.

**Изменение функции, общая команда сброса \*RST и включение питания**

Последние запрограммированные 'единицы' запоминаются независимо от изменений ключевого слова [SOUR], пока настройка не изменена другой командой TEMP:UNIT, не послана команда \*RST или не выключен прибор. Включение питания и команда \*RST задают установленные по умолчанию единицы 'Цельсий'.

**Отклик на версию запроса**

Прибор возвратит текущие установленные «единицы» {C|F|K}.

---

**6.6.4.19 [SOUR]:TEMP:SCAL(?) <CPD>{TS68|TS90}****Цель**

Калибратор 9100 поддерживает два типа температурных шкал: IPTS-68 (по умолчанию) и ITS-90. Эта команда определяет, какая из двух температурных шкал будет использоваться для *последующего* программирования температуры.

**<CPD>**

'Символьные программные данные' выбирают тип шкалы:

**TS68** Для последующих команд TEMP:THER <DNPD> или TEMP:PRT <DNPD>, калибратор 9100 будет использовать температурную шкалу IPTS-68.

**TS90** Для последующих команд TEMP:THER <DNPD> или TEMP:PRT <DNPD>, калибратор 9100 будет использовать температурную шкалу ITS-90.

**Изменение функции, общая команда сброса \*RST и включение питания**

Последняя запрограммированная 'шкала' запоминается независимо от изменений ключевого слова [SOUR], пока настройка не изменена другой командой TEMP:SCAL, не послана команда \*RST или не выключен прибор. Включение питания и команда \*RST задают установленные по умолчанию величины 'TS68'.

**Отклик на версию запроса**

Прибор вернет текущую настройку 'шкалы' {TS68|TS90}.

---

#### 6.6.4.20 [SOUR]:TEMP:THER[:LEVE][:IMM][:AMPL](?) <DNPD>

##### Цель

Данная команда будет выбирать функцию Термопары с установленным по умолчанию типом К и устанавливает требуемую величину температуры, которая будет определять выходное напряжение (*обратитесь к примерам программирования после параграфа 6.6.4.21*).

##### <DNPD>

'Десятичные числовые данные программы' являются числом, которое устанавливает требуемое температурное значение. Оно должно быть выражено как значение в соответствующих единицах (градусы Цельсия, градусы Фаренгейта или Кельвина), уже установленных в калибраторе 9100 ранее последней командой TEMP:UNIT <CPD> (см. *параграф 6.6.4.18*). При включении питания и команде \*RST – установлены градусы Цельсия.

Значение <DNPD>, вместе с командами "UNIT - единицы", 'SCAL - шкала' И 'TYPE - тип', автоматически выберет 'лучший' аппаратный диапазон для заданного выходного напряжения термопары.

Подробности локальной работы и ограничений параметра описаны в *Томе 1, Разделе 4, Подразделе 4.14* (Температура термопар) .

##### Программная компенсация

Программная компенсация принимает во внимание температуру изотермического блока в котором установлен образцовый переход, через разъем D-типа на лицевой панели калибратора 9100 (*обратитесь к Тому 1, Разделу 4, Подразделу 4.14.4*).

Температурный блок опрашивается при команде включения OUTPut ON через 5 секундные интервалы, пока не будет выключен командой OUTPut OFF.

##### Отклик на версию запроса

Прибор возвращает число, которое является величиной текущей выходной температуры для текущих программно заданных единиц. Возвращенное число выражено в стандартном научном формате (например: 200°C будет возвращено как 2.0E2).

---

#### 6.6.4.21 [SOUR]:TEMP:THER:TYPE(?) <CPD>{B|C|E|J|K|L|N|R|S|T}

##### Цель

Данная команда выбирает функцию термопары с заданным по умолчанию типом и температурой 25°C (*обратитесь к примерам программирования далее*).

##### <CPD>

'Символьные программные данные' автоматически выбирают требуемое программное обеспечение моделирования. <CPD> символ 'типа' аналогичен международно-признанной системе обозначения типа термопар. При включении питания и команде сброса \*RST по умолчанию установлен 'К-тип'.

##### Отклик на версию запроса

Прибор возвратит символ, который представляет текущий запрограммированный «тип» термопары:

{B|C|E|J|K|L|N|R|S|T}.

*Пример программирования:* Для гарантии настройки требуемого типа термопары и температуры, используйте:

:TEMP:THER 200; :TEMP:THER:TYPE B<n1>

или :TEMP:THER 353; :TYPE S<n1>

---

**6.6.4.22 [SOUR]:TEMP:PRT[:LEVE][:IMM][:AMPL](?) <DNPD>****Цель**

Данная команда выбирает аппаратную конфигурацию моделирования PRT (термометра сопротивления), и устанавливает требуемую величину температуры, которая определяет выходное сопротивление для выбранного типа PRT (*обратитесь к параграфу 6.6.4.23 и примерам программирования после параграфа 6.6.4.25*).

**<DNPD>**

'Десятичные числовые данные программы' являются числом, которое устанавливает требуемую величину температуры. Она должна быть выражена в соответствующих единицах (градусах Цельсия, градусах Фаренгейта или Кельвина), которые установлены в калибраторе 9100 последней командой TEMP:UNIT <CPD> (смотри *параграф 6.6.4.18*). По умолчанию, при включении питания и команде сброса \*RST устанавливаются градусы Цельсия. Эта команда посылает ее собственные значения; другие настройки по умолчанию:

NRES = 100Ω, TYPE = PT385 и UUT\_I = HIGH.

Величина <DNPD> вместе с командами 'UNIT', 'SCAL' и 'TYPE', будет автоматически выбирать «лучший» аппаратный диапазон для заданного выходного сопротивления PRT.

Подробности локальной работы и ограничения параметра описаны в *Томе 1, Разделе 4, Подразделе 4.15* (Температура RTD).

**Отклик для версии запроса**

Прибор возвратит число, которое является величиной текущей выходной температуры для установленных единиц. Число возвращается в стандартном научном формате (например: 200°C возвратятся как 2.0E2).

**6.6.4.23 [SOUR]:TEMP:PRT:TYPE(?) <CPD>{PT385|PT392}****Цель**

Данная команда выбирает соответствующее программное обеспечение для моделирования заданного типа RTD (*обратитесь к примерам программирования после параграфа 6.6.4.25*).

**<CPD>**

'Символьные программные данные' выбирают требуемую программу моделирования для заданного типа RTD:

**PT385** Для последующих команд TEMP:PRT <DNPD> калибратор 9100 будет использовать PT385 (European) кривую соответствия.

**PT392** Для последующих команд TEMP:PRT <DNPD> калибратор 9100 будет использовать PT392 (USA) кривую соответствия.

По умолчанию, при включении питания и по команде сброса \*RST устанавливается 'PT385'. Эта команда посылает ее собственные значения; другие установки по умолчанию:

LEVE = 25°C, NRES = 100Ω и UUT\_I = HIGH.

**Отклик для версии запроса**

Прибор возвратит символы, которые соответствуют моделированию текущего установленного «типа» RTD: {PT385|PT390}.

---

#### 6.6.4.24 [SOUR]:TEMP:PRT:NRESistance(?) <DNPD>

##### Цель

По умолчанию система обеспечивает параметры, которые моделируют платиновый термометр сопротивления, чье номинальное сопротивление при 0°C равно 100 Ом.

Номинальная величина может быть изменена в диапазоне от 10 Ом до 2 кОм для соответствия номинальной величине при 0°C для моделируемого термометра. Эта команда недействительна, пока не запрограммирована функция PRT.

Команда TEMP:PRT:NRES используется для регулировки в калибраторе 9100 параметра номинального сопротивления при 0°C (*обратитесь к примерам программирования после параграфа 6.6.4.25*).

##### <DNPD>

'Десятичные числовые данные программы' являются числом, которое устанавливает требуемое номинальное значение при 0°C. Оно должно быть выражено как десятичное значение в единицах Ом (Ohms), которое равно номинальному значению для моделируемого термометра при 0°C. Значение <DNPD>, вместе с командами 'UNIT - единицы', 'SCAL - шкала' и 'TYPE - тип', автоматически корректирует программные параметры для выходного сопротивления PRT, определяемого <DNPD> командой PRT [:LEVE] [:IMM] [:AMPL] .

Подробности локальной работы и ограничений параметра описаны в *Томе 1, Разделе 4, Подразделе 4.15* (Температура RTD).

##### Отклик для версии запроса

Прибор возвратит число, которое является текущим значением запрограммированного номинального значения при 0°C. Возвращаемое число будет в стандартном научном формате (например: 200 Ом будет возвращено как 2.0E2).

#### 6.6.4.25 [SOUR]:TEMP:PRT:UUT\_I(?) <CPD>{LOW|HIGH|SUPER}

##### Цель

Технология синтеза сопротивления, используемая в калибраторе 9100 для моделирования RTD, предполагает, что ток, текущий от испытуемого прибора (UUT), должен находиться в некоторых пределах величин для каждой заданной величины температуры. Для UUTs, которые генерируют токи большие, чем величины в диапазоне 'Low' (по умолчанию), большие токи могут быть обеспечены выбором 'HIGH' или 'SUPER'.

Команда TEMP:PRT:UUT\_I {LOW|HIGH|SUPER} используется для переключения между тремя конфигурациями тока (*обратитесь к примерам программирования далее*). Нет настроек по умолчанию.

##### <CPD>

'Символьные программные данные' обеспечивают требуемое действие. Обратитесь к *Тому 1, Разделу 4, параграфу 4.15.4.7*, для описания токовых пределов и ограничения выходного напряжения.

- LOW выберет пределы 'Low' для источника тока UUT.
- HIGH выберет пределы 'High' для источника тока UUT.
- SUPER выберет пределы 'Super' для источника тока UUT.

##### Отклик для версии запроса

Калибратор 9100 возвратит LOW, HIGH или SUP, в зависимости от выбора активных пределов.

*Пример программирования:* Для гарантии установки требуемого типа (Type), температуры (Temperature), номинального сопротивления (Nominal Resistance) и источника тока (Source Current) используйте:

```
:TEMP:PRT 270;:TYPE PT392;:NRES 1E3;:UUT_I HIGH<n1>
```

---

**6.6.4.26** **[SOUR]:CONT[:LEVE][:IMM][:AMPL](?) <DNPД>****Цель**

Данная команда активизирует функцию сопротивления короткого замыкания (Continuity). Величина <DNPД> равна требуемой величине сопротивления в Омах и определяется пользователем.

**6.6.4.27** **[SOUR]:CONT:TCUR?****Цель**

Этот запрос возвращает испытательный ток, обеспечиваемый UUT (испытуемым устройством) для подтверждения, что UUT обеспечивает достаточный испытательный ток соответствия его калибровочной спецификации (*также см. Замечание 1 ниже*).

**6.6.4.28** **[SOUR]:INS[:LEVE][:IMM][:AMPL](?) <DNPД>****Цель**

Данная команда активизирует функцию сопротивления изоляции (Insulation Resistance). Величина <DNPД> - это величина сопротивления в Омах, определяемая пользователем.

**6.6.4.29** **[SOUR]:INS:UUT\_I(?) <CPD>****Цель**

Данная команда выполняется так же, как и для активного сопротивления, за исключением того, что возможны только две настройки величин тока <CPD> - это HIGH и SUPer.

**6.6.4.30** **[SOUR]:INS:TVOL?****Цель**

Данный запрос возвращает величину испытательного напряжения UUT (*также смотрите Замечание 1 ниже*).

**6.6.4.31** **[SOUR]:INS:TCUR?****Цель**

Данный запрос возвращает величину испытательного тока UUT (*также смотрите Замечание 1 ниже*).

*Замечание1: Если команды : CONT:TCUR?, :INS:TVOL? или :INS:TCUR? задаются, когда выход отключен (OFF), или калибратор 9100 находится не в соответствующей функции, возвращаемая величина будет 2.0E+35.*

---

## 6.6.5 Подсистема STATus

Данная подсистема используется для разрешения установки бит в регистрах Operation и Questionable Event (операционных и сомнительных событий). Operation и Questionable: регистры Event (события), Enable (разрешения) и Condition (условия) могут опрашиваться для определения их состояния. Для дальнейшей информации относительно структуры состояния (Status), обратитесь к *Подразделу 6.5.4*.

### 6.6.5.1. Таблица подсистемы STATus

Ключевое слово	Форма параметра	Замечания
STATus		
:OPERation		
[:EVENT]?		[Query Only]
:ENABle(?)	<DNPD>	
:CONDition?		[Query Only]
:QUEStionable		
[:EVENT]?		[Query Only]
:ENABle(?)	<DNPD>	
:CONDition?		[Query Only]
:PRESet		

### 6.6.5.2 STAT:OPER[:EVENT]?

#### Цель

OPER? Возвращает содержимое регистра Operation Event (операционных событий), очищая регистр.

#### Отклик

<DNPD> возвращается в форме числа Nr1. Величина числа, после преобразования в двоичный код, идентифицирует биты регистра Operation Event для определения их текущего состояния.

Пример (*обратитесь к Рис. 6.2*):

Если калибратор 9100 только что выполнил самотестирование, то был бы установлен бит 8 регистра (бит тестирования ("TESTING")), и если бы никакие другие Operation Event биты не позволялись, то было бы возвращено число 256. Бит 8 (в действительности, все биты в регистре) был бы сброшен этим запросом.

---

### 6.6.5.3 STAT:OPER:ENAB(?) <DNPД>

#### Цель

OPER:ENAB <DNPД> устанавливает маску, которая разрешает те биты регистра операционных событий, которые образуют итоговый бит 7 регистра байта состояния (Status Byte) IEEE 488.2.

#### <DNPД>

Это десятичное целое число, чей двоичный эквивалент представляет биты, необходимые для разрешения.

Например (*обратитесь к Рис. 6.2*):

Команда: OPER:ENAB 768 потребует разрешить только биты 8 и 9 ('TESTING' – тестирование и 'PRETESTING' - предварительное тестирование) в регистре операционных событий.

#### Отклик для версии запроса

<DNPД> возвращается в форме №1 числа. Величина числа, после преобразования в двоичный код, идентифицирует биты, установленные в маске разрешенных операций (Operation Enable).

Например (*обратитесь к Рис. 6.2*):

Если 0 и 9 биты регистра ('CALIBRATING' и 'PRETESTING') разрешены, то будет возвращено число 513.

### 6.6.5.4 STAT:OPER:COND?

#### Цель

OPER:COND? возвращает содержимое регистра Operation Condition (операционных условий), который не очищается командой.

**Примечание.** Этот регистр содержит промежуточные состояния, в которых его биты - не 'липкие', но устанавливаются и сбрасываются соответствующими операциями. Поэтому отклик на запрос представляет мгновенный «снимок» состояния регистра, во время которого запрос был принят.

#### Отклик

Возвращается <DNPД> в форме числа №1. После преобразования в двоичный код, величина числа идентифицирует биты регистра Operation Condition для определения его текущего состояния.

Например (*обратитесь к Рис. 6.2*):

Если калибратор 9100 был в процессе выполнения самотестирования, то только бит 8 регистра 'TESTING' был бы временно установлен, и возвращается число 256.

---

### 6.6.5.5 STAT:QUES[:EVEN]?

#### Цель

QUES? возвращает содержимое регистра Questionable Event (сомнительных событий), очищая регистр.

#### Отклик

Возвращается <DNPD> в форме числа Nr1. После преобразования в двоичный код, величина числа идентифицирует биты регистра Questionable Event для определения его текущего состояния.

Например (*обратитесь к Рис. 6.2*):

Если ошибка была инициализирована неправильным постоянным током во время операций Resistance (сопротивление), «липкий» бит 9 ('INV OHM CURR1') регистра был бы установлен, и если никакие другие биты Questionable Event не установлены, то было бы возвращено число 512. Бит 9 (конечно и все биты в регистре) будет сброшен этим запросом.

### 6.6.5.6 STAT:QUES:ENAB(?) <DNPD>

#### Цель

QUES:ENAB <DNPD> устанавливает маску, которая разрешает те биты регистра операционных событий, которые образуют итоговый бит 3 регистра байта состояния (Status Byte) IEEE 488.2.

#### <DNPD>

Это - десятичное целое число, чей двойной эквивалент представляет биты, требуемые для разрешения.  
This is a decimal integer whose binary equivalent represents the bits required to be enabled.

Например (*обратитесь к Рис. 6.2*):

Команда: QUES:ENAB 1536 требовалась бы, чтобы разрешить только биты 9 и 10 ('INV OHM CURR1' и 'INV OHM CURR2') из регистра Questionable Event.

#### Отклик на версию запроса

Возвращается <DNPD> в форме числа Nr1. После преобразования в двоичный код, величина числа идентифицирует биты, установленные в маске Questionable Event.

Например (*обратитесь к Рис. 6.2*):

Если установлен только бит 9 'INV OHM CURR1' регистра, то будет возвращено число 512.

---

### 6.6.5.7 STAT:QUES:COND?

#### Цель

QUES : COND? возвращает содержимое регистра Questionable Condition, который командой не очищается.

**Примечание.** Этот регистр содержит промежуточные состояния, в которых его биты - не 'липкие', но устанавливаются и сбрасываются соответствующими операциями. Поэтому отклик на запрос представляет мгновенный «снимок» состояния регистра, во время которого запрос был принят.

#### Отклик

Возвращается <DNPD> в форме числа Nr1. После преобразования в двоичный код, величина числа идентифицирует биты регистра Operation Condition для определения его текущего состояния.

Например (*обратитесь к Рис. 6.2*):

Если неправильный источник тока испытываемого устройства (UUT) сгенерировал ошибку во время операций Resistance (сопротивление) и временный бит 9 'INV OHM CURR1' регистра Condition был установлен; и если бы никакие другие Questionable Condition биты не были установлены, то было бы возвращено число 512.

### 6.6.5.8 STAT:PRES

#### SCPI-переданная команда

Смысл последующей приказывающей команды PRES - это разрешить все биты в определяемых SCPI 'Аппаратно-зависимых' регистрах и регистрах 'Передачи' ('Transition') для обеспечения "аппаратно независимой структуры для определения основного (главного) состояния устройства".

#### Цель в калибраторе 9100

В калибраторах 9100, функции регистров 'Transition' не требуются, так что никакой доступ не предоставляется. Поэтому команда PRES затрагивает только два аппаратно-зависимых регистра предоставления:

Operation Event Enable регистр (регистр разрешенных операционных событий)  
Questionable Event Enable регистр (регистр разрешенных сомнительных событий).

*Обратитесь к Рис. 6.2 и подразделу 6.5.4.* Посылка PRES установит в состояние истины все биты в обоих Enable регистрах. Это разрешит все биты в двух регистрах событий (Event), так что все сообщаемые аппаратно-зависимые события, переданные в два регистра, будут способны генерировать SRQ; обеспечивая только, что биты 3 и 7 в IEEE-488.2 Status Byte Register (регистре байта состояния) также разрешены.

Использование PRES в калибраторах 9100 позволяет структуре передачи состояния быть установленной в известное состояние, не только в смысле соответствия требованиям SCPI, но также и обеспечивая известную отправную точку для прикладных программистов.

---

## 6.6.6. Подсистема SYSTem

К данной подсистеме относятся функции, не относящиеся к характеристикам калибратора 9100.

### 6.6.6.1 Таблица подсистемы SYSTem

Ключевое слово	Форма параметра	Замечания
SYSTem		
:ERRor?		[Query Only]
:DATE (?)	<SPD>	
:TIME (?)	<SPD>	
:SVOLtage (?)	<DNPD>	
:VERSion?		[Query Only]
:FORmat?		[Query Only]

### 6.6.6.2 SYST:ERR?

#### Очередь ошибок

По мере обнаружения ошибок в калибраторе 9100, они помещаются в очередь 'первый вошел - первый вышел', которая называется очередью ошибок 'Error Queue'. Эта очередь соответствует формату, описанному в документации команд SCPI (Том 2), хотя ошибки только обнаруживаются. Три вида ошибок помещаются в очередь ошибок, в последовательности в которой они обнаруживаются:

**Command Errors, Execution Errors and Device-Dependent errors**  
Ошибки команд, ошибки исполнения и аппаратно-зависимые ошибки

#### Переполнение очереди

В любое время, как только очередь ошибок переполняется, более ранние ошибки остаются в очереди, а последние ошибки отклоняются. Самая последняя ошибка в очереди заменена ошибкой:-350, "Очередь переполнена".

#### Цель SYST:ERR? — Чтение очереди ошибок

Этот запрос используется, чтобы прочитать любую ошибку, которая достигла начала очереди ошибок и удалить ее из очереди. Очередь ошибок построена по принципу "первый вошел/первый вышел", так что прочитанная строка представляет наиболее раннюю ошибку в очереди.

Для получения номера кода и сообщения об ошибке посылается запрос, при этом очередь читается с уничтожением, как описано в документации на команды SCPI. Запрос, для чтения ошибок, может использоваться последовательно, пока очередь не опустеет, после чего вернется сообщение 0, "Нет ошибок".

#### Отклик

Отклик приходит в форме 'Строка программных данных - String Program Data', и состоит из двух элементов: номер кода и сообщение об ошибке. Список возможных ответов приведен в *Приложение 'A' к разделу 8*.

---

### 6.6.6.3 SYST:DATE(?) <SPD>

Формат даты может быть изменен только локально; при использовании меню **Date Format (формат даты)**, которое доступно через меню **Configuration (конфигурация)**.

**Примечание.** Для доступа к меню и изменения формата даты необходимо знать пароль. Обратитесь к *Тому 1 данного руководства пользователя; Раздел 3, Подраздел 3.3.2, параграфы 3.3.2.2 и 3.3.2.10.*

#### Цель

Данная команда не используется для изменения формата даты. Она только изменяет текущую дату, которая распознается калибратором 9100, в пределах *текущего* формата даты, как определено локально.

#### <SPD>

Эта строка определяет текущую дату и состоит из трех двухзначных чисел, разделенных косой чертой. Числа представляют день, месяц и год, но не обязательно в таком порядке. Локально определенный формат даты управляет последовательностью, в которой эти три числа распознаются, и их порядок в пределах строки должен отражать локально определенную последовательность.

#### Возможные форматы

Три возможных формата показаны на экране конфигурации (Configuration), приведенном в *Томе 1 данного руководства; Раздел 3, Подраздел 3.3.2, параграф 3.3.2.10.*

Строка должна соответствовать схеме: X/Y/Z, где X, Y и Z двухзначные числа.

Комбинации двухзначных чисел должны иметь одно из следующих значений:

**Day/Month/Year, Month/Day/Year or Year/Month/Day;  
День/Месяц/Год, Месяц/День/Год или Год/Месяц/День**

где выбор последовательности определяется вариантом, выбранным в параграфе 3.3.2.10.

#### Отклик на версию запроса SYST:DATE?

Запрос вернет текущую запрограммированную дату, как три разделенные косой чертой двухзначных числа, установленных текущим форматом даты.

---

#### 6.6.6.4 SYST:TIME(?) <SPD>

##### Цель

Данная команда изменяет текущее время, как указано в программном обеспечении калибратора 9100. Любое новое время заменит текущее время в энергонезависимой памяти внутренних 24-часовых часов.

##### <SPD>

Эта строка определяет текущее время, состоящее из двух двухзначных чисел, разделенных чертой. Числа представляют часы и минуты, в таком порядке. Их порядок в строке должен отражать установленную последовательность.

Строка должна соответствовать схеме: X-Y, где X и Y – двухзначные числа.

Комбинация двухзначных чисел должна иметь следующее значение (в пределах 24-часов):

**Hour-Minute**  
**Часы-Минуты**

##### Отклик на версию запроса SYST:TIME?

Запрос возвратит модифицированное время на момент запроса, как два отделенных дефисом числа с 2 цифрами, в установленном формате времени.

---

#### 6.6.6.5 SYST:SVOL (?) <DNPD>

##### Цель

Данная команда устанавливает величину порогового напряжения, которая предупреждает о высоком напряжении при работе в функциях постоянного и переменного напряжения. 9100 не требует текущей установки этих функций при программировании напряжения.

##### <DNPD>

'Десятичные числовые данные программы' являются числом, которое устанавливает требуемый предупреждающий порог безопасности по напряжению, выраженного в единицах постоянного или среднеквадратического переменного напряжения. Он устанавливается без знака. Параметр <DNPD> должен иметь значение в диапазоне от 10.000 В до 110.000 В включительно.

##### Отклик на версию запроса: SYST:SVOL?

Прибор возвращает текущее значение предупреждающего порога безопасности для постоянного или переменного напряжения. Возвращаемое число будет иметь стандартный научный формат без знака (например: 90 В будет возвращено как 9.0E1).

#### 6.6.6.6 SYST:VERS?

##### Цель

Данный запрос возвращает числовое значение, соответствующее номеру версии SCPI, которому соответствует калибратор 9100.

##### Отклик

SYST:VERS? возвращает <Nr2> форматированное числовое значение, соответствующее номеру версии SCPI, которому соответствует калибратор 9100.

На момент написания руководства это была версия 1994.0.

#### 6.6.6.7 SYST:FOR?

##### Цель

Данный запрос возвращает текущий формат даты, как запрограммировано локально.

##### Отклик

SYST:FOR? возвращает один из трех наборов символов: **DMY**, **MDY** или **YMD** (**Day/Month/Year**, **Month/Day/Year** или **Year/Month/Day**). Форматирование выполнено в соответствии с экраном в режиме конфигурации (Configuration) (*Обратитесь к Тому 1 данного руководства; Раздел 3, Подраздел 3.3.2, параграф 3.3.2.10*).

---

## 6.7. Интерфейс шины IEEE для опции мощности

Данный раздел объясняет команды IEEE, применяемые специально с опцией мощности. Предполагается, что существующие команды 9100 будут вести себя, где возможно, тем же самым образом, как описано в предшествующем разделе.

Ключ к следующему:

<spd>	Строковый тип данных программы (т.е. "abc123")
<cpd> {... ... ...}	Символьный тип данных программы, состоящий из одного из следующих
<dnpd>	Децимальный числовой тип данных программы (т.е. числа, 5, 5.1, 1.0E3)
<abpd> 0~255)	Блок данных программы произвольного типа (т.е. все ASCII символы величин
<nr3>	Числовые данные отклика
<hnr3>	Шестнадцатеричные числовые данные отклика

### 6.7.1. Общие положения

- Если калибратор 9100 не соответствует настройкам опции, то генерируется ошибка конфликта параметров настройки.
- Запросы <dnpd> величин будут возвращать число, величиной (2.0E35) если функция не активна или не выбрана.
- Запросы команд <cpd> будут возвращать краткую версию настроек. Если функция или настройки не выбраны, то возвращается слово 'NONE'.

### 6.7.2. Выбор выхода

Данная подсистема используется для конфигурирования выходных соединений калибратора 9100.

#### 6.7.2.1 OUTPut[:STATe](?)<cpd>{OFF|ON|0|1}

Данная команда будет подсоединять выходной сигнал к основному (hi/lo) и дополнительному (I+/I-) каналам.

- Эта команда ведет себя тем же самым образом, как описано в руководствах на калибратор 9100. Она включена в этот документ только для полноты.

#### 6.7.2.2 OUTPut:ISElection(?) <cpd>{HIGH|HI50turn|HI10turn|LOWi}

Данная команда используется для выбора катушек большого тока и выходных клемм источника сигнала.

- Эта команда ведет себя тем же самым способом как описано в руководствах на калибратор 9100. Она включена в этот документ только для полноты.

---

### 6.7.3. Выбор мощности

Данный подраздел определяет основные аппаратные конфигурации для опции мощности.

#### 6.7.3.1 [SOURce]:POWer[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude](?)<dnpd>

Данная команда используется для выбора и задания величины выходной мощности.

- Если прибор не находится в функции мощности (постоянного или переменного тока), то по умолчанию выбирается мощность постоянного тока.
- Единицы амплитуды выходной мощности определяются командой :POWer:UNITs.
- При генерировании мощности регулируется напряжение.

#### 6.7.3.2 [SOURce]:POWerUNITs(?)<cpd>{WATTs|VA|VAR}

Данная команда выбирает единицы, в которых отображается мощность. Для случая переменного сигнала (AC), режимы WATTS и VAR принимают во внимание фазовый угол. В случае VA, мощность - просто произведение среднеквадратических значений (RMS) напряжения и тока.

- Если выбрана мощность постоянного тока (DC), тогда будет генерироваться ошибка конфликта настроек.

#### 6.7.3.3 [SOURce]:POWer:PANGle(?) <dnpd>

Данная команда устанавливает фазовый сдвиг между основным (main) и дополнительным (auxiliary) сигналами. Он устанавливается как фазовый угол в градусах.

- Если прибор установлен не для мощности переменного тока, то генерируется ошибка конфликта настроек.
- Диапазон фазового сдвига PANGle <dnpd> от +180.0 до -180.0. Величины, выходящие за этот диапазон будут генерировать ошибку выхода за пределы диапазона (Data out of range).

#### 6.7.3.4 [SOURce]:POWer:MAIN:SHAPE(?)

<cpd>{DC|SINusoid|IMPulse|TRIangle|TRAPezoid|SYMSquare}

#### 6.7.3.5 [SOURce]:POWer:AUXiliary:SHAPE(?)

<cpd>{DC|SINusoid|IMPulse|TRIangle|TRAPezoid|SYMSquare}

Эти две команды выбирают форму основного и дополнительного сигналов.

- Выбор 'DC' по основному или дополнительному каналу изменит функцию на постоянную мощность (DC Power).

Выбор любой другой формы сигнала установит мощность переменного тока и, по умолчанию, установит по второму каналу синусоидальный сигнал (SIN).

- Если для выбранной формы сигнала текущее значение амплитуды слишком велико, то появится сообщение о конфликте настроек.

---

### 6.7.3.6. [SOURce]:POWer:POLarity:(?)

**<cpd>{DC|SIGNed|ABSolute}**

Данная команда устанавливает полярность режима функций мощности постоянного или переменного тока. Если получен параметр ABSolute, то мощность не будет иметь знака. Параметр SIGNed позволяет положительную и отрицательную мощности. (Обратите внимание, что это может привести к изменению фазового угла на переменном сигнале).

- Если прибор не находится в функции мощности постоянного или переменного тока, то генерируется ошибка конфликта настроек.

### 6.7.3.7 [SOURce]:POWer:MAIN:VOLTage[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude](?)<dnpd>

Данная команда устанавливает амплитуду напряжения по выбранному каналу.

- Все переменные сигналы устанавливаются в среднеквадратических значениях.
- Только постоянные сигналы (DC) могут быть отрицательны <dnpd>.

### 6.7.3.8 [SOURce]:POWerAUXiliary:CURRent[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude](?) <dnpd>

Данная команда устанавливает амплитуду тока по дополнительному каналу (Обратите внимание, что основной канал используется только для напряжения).

- Все переменные сигналы устанавливаются в среднеквадратических значениях.
- Только постоянные сигналы (DC) могут быть отрицательны <dnpd>.
- Эта команда также используется для установки амплитуды напряжения дополнительного канала, когда выбрана команда POWer:AUXiliary:MODE VOLTage.

### 6.7.3.9 [SOURce]:POWer:AUXiliary:MODE(?)<cpd>{VOLTage|CURRent}

Данная команда выбирает тип выходного сигнала по дополнительному каналу.

Когда прибор находится в режиме напряжения (VOLTage), дисплей продолжает показывать ток ( $I = xxx.xx$ ), но выход по дополнительному каналу вычисляется с использованием коэффициента, установленного в POWer:SCALE:

$$VOU\tau_{aux} = I_{aux} * Scale$$

- Заданный по умолчанию режим при входе в DC или AC будет CURRent.

### 6.7.3.10 [SOURce]:POWer:AUXiliary:SCALE(?)<dnpd>

Данная команда определяет коэффициент, применимый к дополнительному каналу, когда он находится в режиме «auxiliary voltage – напряжение по дополнительному каналу», для вычисления эффективного напряжения на дополнительном канале:

$$VOU\tau_{aux} = I_{aux} * Scale$$

- Это эквивалентно величине масштабного коэффициента, установленного в экране конфигурации в ручном управлении.

---

## 6.7.4. Выбор гармоник

Данная подсистема определяет основные аппаратные конфигурации опции мощности с гармоническими составляющими.

### 6.7.4.1 [SOURCE]:HARMonic(?)<dnpd>

Данная команда выбирает частоту гармоника по дополнительному каналу.

- Диапазон <dnpd> от 1.0 до 40.0. Величины вне этого диапазона вызывают ошибку выхода за пределы диапазона (Data out of range).

### 6.7.4.2 [SOURCE]:HARMonic:MAIN:VOLTage[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude](?) <dnpd>

Данная команда устанавливает амплитуду напряжения основного канала, в RMS.

### 6.7.4.3 [SOURCE]:HARMonic:AUXiliary:CURRent[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude](?) <dnpd>

Данная команда устанавливает амплитуду тока дополнительного канала, в RMS (Обратите внимание, что основной канал только для напряжения).

### 6.7.4.4 [SOURCE]:HARMonic:AUXiliary:VOLTage[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude](?) <dnpd>

Данная команда устанавливает амплитуду напряжения дополнительного канала, в RMS.

### 6.7.4.5 [SOURCE]:HARMonic:PANGle(?)<dnpd>

Данная команда устанавливает фазовый сдвиг между сигналами основного и дополнительного канала. Он устанавливается как фазовый угол в градусах.

- Если прибор находится не в режиме гармоник, то генерируется ошибка конфликта настроек.
- Диапазон PANGle<dnpd> от +180.0 до -180.0. Величины вне этого диапазона генерируют ошибку выхода за пределы диапазона (Data out of range).

---

## 6.7.5. Другие команды

Эти существующие команды калибратора 9100 и показаны здесь, поскольку они используются для управления параметрами, связанными с опцией мощности.

### 6.7.5.1 [SOURce]:FREQuency[:CW|FIXed(?) <dnpd>

Данная команда устанавливает частоту выбранного сигнала. Единицы этой команды – «Герц». CW и FIXed дополнительные параметры и включены для поддержки SCPI определения команды частоты:

"CW (Continuous Wave) - непрерывный сигнал или FIXed используются для выбора частоты не изменяющегося по частоте сигнала".

- Данная команда применяется только для переменных сигналов (AC).
- В режиме гармоник, она устанавливает основную частоту.

### 6.7.5.2 [SOURce]:PHASe[:ADJust(?) <dnpd>

Данная команда используется для установки фазового сдвига выхода калибратора 9100 по отношению к сигналу на разъеме «Phase Lock In», при работе в функциях переменного напряжения, тока или мощности.

- Диапазон <dnpd> от +180.0 до -180.0. Величины вне этого диапазона генерируют ошибку выхода за пределы диапазона (Data out of range).

### 6.7.5.3 [SOURce]:PHASe:INPut[:STATe](?) <cpd>{ON|OFF|0|1}

Выходы переменного напряжения или тока калибратора 9100 могут иметь фазовый сдвиг относительно входа с образцовой фазой на разъеме 'PHASE LOCK IN' задней панели (фазовый сдвиг устанавливается командой PHASe:ADJust).

### 6.7.5.4 [SOURce]:OUTPut:STATe] <cpd>{ON|OFF|0|1}

Выходная фаза переменного напряжения или тока калибратора 9100 может использоваться в качестве образцовой фазы для выхода на разъеме 'PHASE LOCK OUT' на задней панели. Эта команда включает или выключает образцовую фазу.

---

## **6.7.6. Калибровка**

Команды калибровки, доступные пользователю, имеют обычное SCPI расширение:

Для использования только на заводской калибровочной системе используются три "скрытые команды".

### **6.7.6.1 Команда выключения одного (любого) канала.**

Это используется при калибровке и поверке. В результате будет установлен ноль соответствующего ЦАП, в то время как оставшийся канал будет подключен.

### **6.7.6.2 Маршрутизация тока.**

Команда для маршрутизации дополнительного тока о/р через экранированный (D - типа) разъем, если ток меньше 2 А. Это используется при калибровке и поверке.

Пользователь, выполняющий ручную калибровку, не имеет заводской калибровочной системы и должен использовать только стандартные 4 мм провода. Эти команды IEEE не дублированы на лицевой панели.

### **6.7.6.3 Маршрутизация напряжения**

Команда для маршрутизации дополнительного напряжения на клеммы High и Low. Пользователь, выполняющий ручную калибровку, не имеет заводской калибровочной системы и ему не требуется эта команда.

## **6.7.7 Общие команды IEEE488.2**

Данный раздел кратко описывает обязательные команды IEEE 488.2.

### **6.7.7.1 \*ОРТ?**

Эта команда возвращает строку символов, разделенных запятыми. '1' указывает, что опция соответствует, '0', что нет.

Значение символов - позиционно зависимо:

x6,x5,x4,x3,x2,x1

где x1 указывает опцию 250 (250 МГц осциллографическая опция).

где x2 указывает опцию 100 (Высокостабильный задающий генератор).

где x3 указывает опцию 600 (600 МГц осциллографическая опция).

где x4 указывает опцию 135 (Высоковольтная опция сопротивления).

где x5 указывает опцию xxx (опция мощности).

где x6 зарезервирован для будущего использования.



## Требование документации устройств IEEE 488.2

IEEE 488.2 требует, чтобы пользователю сообщалась определенная информация о том, как устройство должно выполнять требования стандарта. Требования к документации устройства детализированы в Разделе 4.9 стандарта IEEE Std 488.2-1992, на странице 22.

В этом руководстве, требуемая информация содержится в рамках описания системы, и данное приложение обеспечивает перекрестные ссылки к тем описаниям, в которых эта информация представлена. Последующие параграфы имеют те же самые номера, как и параграфы Раздела 4.9 в Стандарте, к которому они относятся.

1. Перечень IEEE 488.1 функций интерфейса приведен как Таблица 6.1 (страница 6-4). Перечень также напечатан рядом с IEEE 488 разъемом на задней панели прибора.
2. Адрес прибора устанавливается вручную, и встроенное программное обеспечение прибора не принимает любого адреса вне диапазона 0-30. На такую ошибку прибор отвечает сообщением о приборно-зависимой ошибке, отображаемой на экране лицевой панели:  
"Bus address must be within the range 0 - 30".  
«Адрес шины должен быть в пределах от 0 до 30»
3. Метод настройки адреса (только вручную) описан на страницах 6-8/9, включая время распознавания калибратором 9100 инициализированной пользователем модификации адреса.
4. Приложение Е к Разделу 6 описывает активные и неактивные настройки по включению питания.

### 5. Опции обмена сообщениями:

- a. Входной Буфер - очередь "первый вошел/первый вышел", которая имеет максимальную емкость 128-байт (символов). Каждый символ генерирует прерывание процессору прибора, который размещает его во входной буфер для экспертизы синтаксическим анализатором. Символы удаляются из буфера и транслируются с соответствующими уровнями проверки синтаксиса. Если скорость программирования слишком велика для синтаксического анализатора или контроля выполнения, то буфер прогрессивно заполняется.

Когда буфер заполнен, связь поддерживается.

- b. Нет запросов возвращающих больше, чем один <RESPONSE MESSAGE UNIT – модуль сообщения отклика >.
- c. Все запросы генерируют ответ при анализе.
- d. Нет запросов, генерирующих отклик при чтении.
- e. Следующие команды являются спаренными:

VOLT и FREQ  
CURR и FREQ и ISEL  
WID и PER и VOLT:HIGH и VOLT:LOW  
DCYC и PER и VOLT:HIGH и VOLT:LOW  
THER и UNIT и TYPE  
PRT и UNIT и TYPE

- 
6. Следующие функциональные элементы используются при построении приборно-зависимых команд:
- Command Program Header – Заголовок программной команды
  - Query Program Header – Заголовок программного запроса
  - Character Program Data – Символьные программные данные
  - Decimal Numeric Program Data – Десятичные числовые данные программы.
  - String Program Data (PASS, DATE, TIME) – строка программных данных (ПРОШЕЛ (ГОДЕН), ДАТА, ВРЕМЯ)
  - Arbitrary Block Program Data (\*PUD) - Произвольный блок данных программы (\*PUD)  
Составные заголовки команд программы используются в пределах формата SCPI.
7. Блоки \*PUD ограничены 63 байтами.
8. Элементы Expression Program Data не используются.
9. Синтаксис каждой команды описывается в общем списке команд в Подразделе 6.6. Разделе 6, Приложение С. Этот список включает все запросы, для которых описан, также, синтаксис отклика.
10. Весь трафик передач сообщений между устройствами следует правилам для элементов <RESPONSE MESSAGE - СООБЩЕНИЕ ОТКЛИКА>.
11. Единственная команда, которая имеет отклик в виде Блока Данных - запрос \*PUD?.  
Его ответ состоит из #, 2, двух цифр и область данных 63 байтов; 67 байтов всего.
12. Отдельный список каждой реализованной Общей Команды и Запроса дан в алфавитном порядке в начале Раздела 5.  
Они также описаны в Разделе 6, Приложение С.
13. \*CAL? не реализован.
14. \*DDT не реализован.
15. Макро команды не реализованы.
16. \*IDN? описан в Разделе 6, приложение С.
17. \*DDT не реализован.
18. Ни \*RDT ни \*RDT? Не реализованы.
19. Состояния, на которые воздействует \*RST, описаны для каждой команды в списке команд и запросов в Разделе 6, Приложение С.  
Команда запроса \*LRN? не реализована; также, как команды \*RCL и \*SAV.
20. \*TST? вызывает эксплуатационное самотестирование. Ответ на \*TST? описан в Разделе 6, Приложение С, со списком возможных ошибок, детально описанных в Приложении А к Разделу 8 этого руководства.
21. Дополнительные структуры данных состояния, используемые в сообщении о статусе прибора полностью описаны в Разделе 6; Подразделе 6.5. Рабочие инструкции для сообщений о статусе даны в Разделе 6, Приложение С.
22. Все команды последовательные – команды с перекрытием не используются.
23. Поскольку все команды последовательны, нет никаких операций, ждущих параллельной обработки. Поэтому функциональным критерием, который выполняется, является то, что связанная операция должна быть закончена.
24. Не используются представления для 'Infinity - Бесконечность' и 'Not-a-Number - Не Число'.

## SCPI набор команд и информация соответствия

SCPI стандарт требует, чтобы определенная информация доводилась до пользователя о том, как устройство должно соответствовать стандарту. Требования описаны в разделе 4.2.3 документации на стандартные команды для программируемых приборов SCPI 1994; Том 1: Синтаксис и Стил; страница 4-6. Следующие параграфы подтверждают эти требования:

### 1. Версия SCPI, которой соответствует прибор:

Прибор соответствует версии 1994. Подтвержденный запрос: SYSTem:VERSion? возвратит этот номер версии.

### 2. Синтаксис всех команд и запросов SCPI, осуществленных в калибраторе 9100

Все команды и запросы присутствуют, каждый аннотируется с состоянием его соответствия SCPI.

Ключевое слово	Форма параметра	Замечания	Одобрение SCPI
CALibration<n>			Подтверждает
:SECure			Не одобрен SCPI
:PASSword	<SPD>		Не одобрен SCPI
:EXIT	[<SPD>,<CPD> {PRD7 PRD14 PRD30 PRD60}]		Не одобрен SCPI
:TARGet	<DNPd>,<DNPd>[,<DNPd>]		Не одобрен SCPI
:TRIGger?		[только запрос]	Не одобрен SCPI
:SPECial?		[только запрос]	Не одобрен SCPI
:CJUNction?	<DNPd>		Не одобрен SCPI
OUTPut<n>			Подтверждает
[:STATe](?)	<CPD> {ON OFF 0 1}		Подтверждает
:COMPensation(?)	<CPD> {ON OFF 0 1}		Не одобрен SCPI
:ISElection(?)	<CPD> {HIGHi HI50turn HI10turn LOWi}		Не одобрен SCPI
[SOURce<n>]			Подтверждает
:FUNction			Подтверждает
[:SHAPE](?)	<CPD> {DC SINusoid PULSe SQUare IMPulse TRIangle TRAPezoid SYMSquare}		Не одобрен SCPI
:VOLTage			Подтверждает
[:LEVEl]			Подтверждает
[:IMMediate]			Подтверждает
[:AMPLitude](?)	<DNPd>		Подтверждает
:HIGH(?)	<DNPd>		Подтверждает
:LOW(?)	<DNPd>		Подтверждает
:CURRent			Подтверждает
[:LEVEl]			Подтверждает
[:IMMediate]			Подтверждает
[:AMPLitude](?)	<DNPd>		Подтверждает

Ключевое слово	Форма параметра	Замечания	Одобрение SCPI
[SOURce] (Contd.)			
:RESistance			Подтверждает
[:LEVEL]			Подтверждает
[:IMMEDIATE]			Подтверждает
[:AMPLitude](?)	<DNPd>		Подтверждает
:UUT_I(?)	<CPD>{LOW HIGH SUPer}		Не одобрен SCPI
:CONDuctance			Не одобрен SCPI
[:LEVEL]			Не одобрен SCPI
[:IMMEDIATE]			Не одобрен SCPI
[:AMPLitude](?)	<DNPd>		Не одобрен SCPI
:UUT_I(?)	<CPD>{LOW HIGH SUPer}		Не одобрен SCPI
:CAPacitance			Не одобрен SCPI
[:LEVEL]			Не одобрен SCPI
[:IMMEDIATE]			Не одобрен SCPI
[:AMPLitude](?)	<DNPd>		Не одобрен SCPI
:UUT_I(?)	<CPD>{LOW SUPer}		Не одобрен SCPI
:FREQuency			Подтверждает
[:CW FIXed](?)	<DNPd>		Подтверждает
:PHASe			Подтверждает
[:ADJust](?)	<DNPd>		Подтверждает
:INPut			Не одобрен SCPI
[:STATe](?)	<CPD>{ON OFF 0 1}		Не одобрен SCPI
:OUTPut			Не одобрен SCPI
[:STATe](?)	<CPD>{ON OFF 0 1}		Не одобрен SCPI
:PULSe			Подтверждает
:PERiod(?)	<DNPd>		Подтверждает
:WIDth(?)	<DNPd>		Подтверждает
:DCYClе(?)	<DNPd>		Подтверждает
:TEMPerature			Подтверждает
:UNITS(?)	<CPD>{C CEL F FAH K}		Не одобрен SCPI
:SCALE(?)	<CPD>{TS68 TS90}		Не одобрен SCPI
:THERmocouple			Не одобрен SCPI
[:LEVEL]			Не одобрен SCPI
[:IMMEDIATE]			Не одобрен SCPI
[:AMPLitude](?)	<DNPd>		Не одобрен SCPI
:TYPE(?)	<CPD>{B C E J K L N R S T}		Не одобрен SCPI
:PRT			Не одобрен SCPI
[:LEVEL]			Не одобрен SCPI
[:IMMEDIATE]			Не одобрен SCPI
[:AMPLitude](?)	<DNPd>		Не одобрен SCPI
:TYPE(?)	<CPD>{PT385 PT392}		Не одобрен SCPI
:NRESistance(?)	<DNPd>		Не одобрен SCPI
:UUT_I(?)	<CPD>{LOW HIGH SUPer}		Не одобрен SCPI

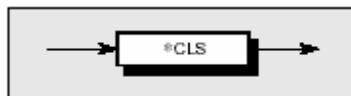
Ключевое слово	Форма параметра	Замечания	Одобрение SCPI
STATus			Подтверждает
:OPERation			Подтверждает
[:EVENT]?		[только запрос]	Подтверждает
:ENABle(?)	<DNPD>		Подтверждает
:CONDition?		[только запрос]	Подтверждает
:QUEStionable			Подтверждает
[:EVENT]?		[только запрос]	Подтверждает
:ENABle(?)	<DNPD>		Подтверждает
:CONDition?		[только запрос]	Подтверждает
:PRESet			Подтверждает
SYSTem			Подтверждает
:ERRor?		[только запрос]	Подтверждает
:DATE(?) <SPD>			Не одобрен SCPI
:TIME(?)<SPD>			Не одобрен SCPI
:SVOLtage(?)	<DNPD>		Не одобрен SCPI
:VERSion?		[только запрос]	Подтверждает
:FORmat?		[только запрос]	Не одобрен SCPI



## IEEE 488.2 Общие команды и запросы, осуществленные в калибраторе 9100

### 6.C.1 Очистка состояния (Clear Status)

Эта измерительная структура данных состояния события соответствует стандартным требованиям IEEE 488.2 для этой структуры.



#### **\*CLS**

Очищает все регистры событий и запросы, за исключением очереди ошибок.

Выходная очередь и MAV будут очищены, если \*CLS следует немедленно за 'Program Message Terminator – прерыванием программного сообщения'; обратитесь к документации стандарта IEEE 488.2.

#### **Ошибки исполнения:**

Нет.

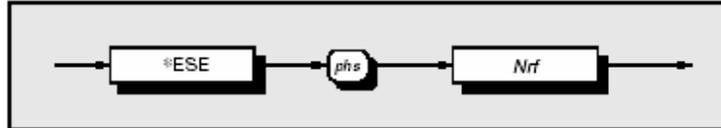
#### **Условия по включению питания и сбросу**

Не применимо.

---

### 6.C.2 Event Status Enable – разрешение состояния события (ESE)

Структура данных состояния событий соответствует стандартным требованиям IEEE 488.2 для этой структуры.



**\*ESE** допускает определенные стандартом биты событий, которые генерируют итоговое сообщение в байте состояния. Обратитесь к Разделу 6; подраздел 6.5.

**Nrf** - Десятичный Числовой Элемент Данных, представляющий целочисленное десятичное число эквивалентное шестнадцатеричному значению, требуемому для допуска соответствующих битов в этот 8-битовый регистр. Детальное определение содержится в стандартной документации IEEE 488.2. Обратите внимание, что числа **будут** округлены до целого числа.

**Ошибки исполнения:**

Нет.

**Условия по включению питания и сбросу**

Не применимо.

---

### 6.C.3 Вызов допустимого состояния событий (ESE)

Данная структура данных состояния событий соответствует стандартным требованиям IEEE 488.2 для этой структуры.



**\*ESE?**

Вызывает разрешенную маску для стандартно определяемых событий. Обратитесь к Разделу 6; подраздел 6.5.

**Декодирование отклика:**

Возвращаемая величина, после преобразования в двоичный код идентифицирует разрешенные биты, которые генерируют итоговое сообщение в сервисном байте запроса для этой структуры данных. Подробное определение содержится в IEEE 488.2 документации.

**Ошибки исполнения:**

Нет.

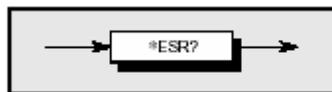
**Состояния по включению питания и сбросу**

Состояние по включению зависит от условия, сохраненного общей командой \*PSC  
- если 0, тогда регистр не очищается; если 1 тогда регистр очищается. Сброс не имеет никакого влияния.

---

#### 6.С.4 Чтение регистра состояния событий

Данная структура данных состояния событий соответствует стандартным требованиям IEEE 488.2 для этой структуры.



**\*ESR?**

вызывает стандартно определенные события.  
Обратитесь к Разделу 6; подраздел 6.5.

**Декодирование отклика:**

Возвращаемая величина, после преобразования в двоичный код, идентифицирует биты как определено стандартом IEEE 488.2.

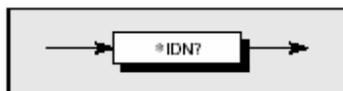
**Ошибки исполнения:**

Нет.

---

## 6.C.5 I/D (Instrument Identification – идентификация прибора)

Данная команда соответствует стандартным требованиям IEEE 488.2.



### \*IDN?

Вызывает информацию о производителе прибора, номер модели, серийный номер и версию программно-аппаратного обеспечения.

### Формат отклика Response Format:

Положение символов

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
W	a	v	e	t	e	k	L	t	d	,		
13	14	15	16	17								
9	1	0	0	,								
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	,
31	32	33	34									
X	.	X	X									

### Где:

Данные, содержащиеся в отклике состоят из четырех отделенных запятыми полей, последние два из которых приборно-зависимы. Тип элемента данных определен в спецификациях стандарта IEEE 488.2. Отдельный запрос, посланный как законченное программное сообщение выявит единственный отклик, заканчиваемый:

nl = newline with EOI

Если множество запросов посланы как строка модулей программного сообщения (разделенные точками с запятой со строкой, сопровождаемой разрешенным признаком конца), то ответы будут возвращены как аналогичная строка, чья последовательность соответствует последовательности запросов программы. Заключительный ответ в строке будет сопровождаться признаком конца:

nl = newline with EOI

### Декодирование отклика:

Данные, содержащиеся в четырех полях, организованы следующим образом:

- Первое поле - производитель
- Второе поле - модель
- Третье поле – серийный номер
- Четвертое поле – версия программно-аппаратного обеспечения (с возможным изменением от прибора к прибору).

### Ошибки исполнения:

Нет.

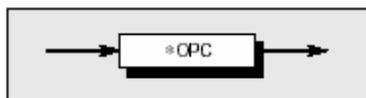
### Условия по включению питания и сбросу

Не применимо.

---

### 6.C.6 Операция завершена - Operation Complete

Данная команда соответствует стандартным требованиям IEEE 488.2.



#### **\*OPC –**

команда синхронизации, которая будет генерировать сообщение о завершении операции в стандартном регистре состояния события, когда все повисшие операции закончены.

#### **Ошибки исполнения:**

Нет.

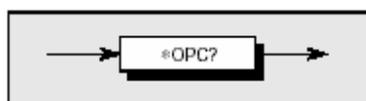
#### **Условия по включению питания и сбросу**

Не применимо.

---

### 6.C.7 Operation Complete? (Операция завершена?)

Данный запрос соответствует стандартным требованиям IEEE 488.2.



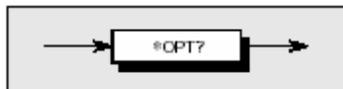
#### **Декодирование отклика:**

Возвращаемая величина - всегда 1, которая устанавливается в выходной очереди, когда все повисшие операции закончены.

---

## Вызов аппаратного состава калибратора 9100

Данная команда соответствует стандартным требованиям IEEE 488.2.



### \*OPT?

вызовет аппаратное состав прибора.

#### Формат отклика:

Положение символов  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12  
0 , 0 , 0 , x1 , x2 , x3 nl

#### Где:

Данные в отклике состоят из символов, разделенных запятыми, и состоящими из 1 или 0.

nl = newline with EOI

Тип элементов данных - Nrl, как определено в спецификации стандарта IEEE 488.2.

#### Декодирование отклика:

Положение символов представляет следующий аппаратный состав прибора:

x1 - Опция 600: модуль калибровки осциллографов

x2 - Опция 100: Высокостабильный кварцевый генератор

x3 - Опция 250: модуль калибровки осциллографов

0 – Положение зарезервировано для будущего использования

x1 = 1 указывает, что опция 600 включена,

x1 = 0 указывает, что опция 600 не включена.

x2 = 1 указывает, что опция 100 включена,

x2 = 0 указывает, что опция 100 не включена.

x3 = 1 указывает, что опция 250 включена,

x3 = 0 указывает, что опция 250 не включена.

#### Ошибки исполнения:

Нет.

#### Условия по включению питания и сбросу

Не применимо.

## 6.C.8 Очистка состояния по включению (Power On Status Clear)

Данная команда соответствует стандартным требованиям IEEE 488.2.



### PSC

устанавливает флаг, управляющий очисткой определенных регистров при включении питания.

**Nrf** - десятичное числовое величина, которая при округлении к целочисленному значению нуля, устанавливает *флаг очистки при включении питания* в состояние **ложь**. Это позволяет прибору установить SRQ при включении питания, обеспечивая доступность бита PON в ESR при выключении, соответствующим битам в их регистре доступа (ESE).

Когда величина округления к целочисленному значению отлична от нуля, то она устанавливает *флаг очистки при включении питания* в состояние **истина**, которое очищает стандартные регистры *доступного состояния событий* и *доступного обслуживания запросов* так, что прибор не устанавливает SRQ при включении питания.

### Примеры:

\*PSC 0 или \*PSC 0.173 позволяют прибору установить SRQ при включении питания.

\*PSC 1 или \*PSC 0.773 не позволяют прибору установить SRQ при включении питания.

### Ошибки исполнения:

Нет.

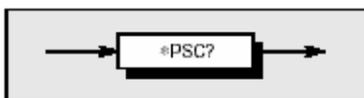
### Условия по включению питания и сбросу

Не применимо.

---

### 6.C.9 Вызов флага очистки состояния при включении питания (Recall Power On Status Clear Flag)

Этот общий запрос соответствует стандартным требованиям IEEE 488.2. Текущее состояние флажка определяется командой \*PSC.



#### **\*PSC?**

вызов условия состояния по включению питания.

#### **Формат отклика:**

Возвращается единственный символ ASCII.

Отдельный запрос, посланный как законченное программное сообщение ведет к единственному отклику, заканчиваемому:

nl = newline with EOI

Если множество запросов посланы как строка модулей программных сообщений (разделенных точками с запятой со строкой, сопровождаемой разрешенным признаком конца), то ответы будут посланы как аналогичная строка, чья последовательность соответствует последовательности программного запроса. Заключительный ответ в строке будет сопровождаться признаком конца:

nl = newline with EOI

#### **Декодирование отклика:**

Возвращаемая величина идентифицирует состояние сохраненного флага:

**Ноль (Zero) указывает ложь.** Прибор не запрограммирован для очистки стандартного регистра доступного состояния события (ESE) и регистра обслуживания запросов (SRE), при включении питания, так что прибор генерирует SRQ 'Питание включено', обеспечивая разрешение бита PON в ESR, при выключении питания, соответствующим битом в его регистре допуска (Enable) (ESE).

**Единица** указывает **истину**. Прибор запрограммирован, чтобы очистить регистр стандартного состояния события и регистр обслуживания запроса при включении питания, так что прибор не может генерировать никакого SRQ при включении питания.

#### **Ошибки исполнения:**

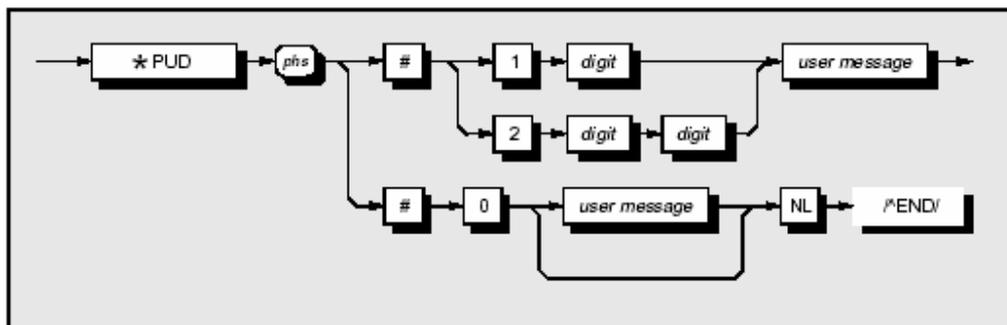
Нет

#### **Условия по включению питания и сбросу**

Никаких изменений. Эти данные сохраняются в энергонезависимой памяти при выключении питания для использования при включении питания.

## 6.C.10 Защищенные пользовательские данные — ввод пользовательских данных

Данная команда соответствует стандартным требованиям IEEE 488.2.



где:

pfs = Разделитель заголовка программы,

digit = одно из ASCII-кодированных чисел,

user message = Любое сообщение максимум до 63 байт.

### Замечание

Выделенный наклонными линиями вправо /<sup>^</sup>END/ прямоугольник не выделен. Это должно привлечь внимание к факту, что это не элемент данных, но представляет строку конца прерывания EOI, устанавливаемый в состояние истина последним байтом 'NL' для прерывания программного сообщения.

Обратитесь к документации стандарта IEEE Std 488.2-1992, Подраздел 7.7.6, страница 78.

### \*PUD

позволяет пользователю вводить до 63 байтов данных в защищенную область для идентификации или характеристики прибора. Два представления, приведенные выше, разрешаются в зависимости от длины сообщения и числа 'цифр', требуемых для его идентификации. Для выполнения этой команды, прибор должен быть в режиме калибровки. Данные могут быть вызваны при использовании запроса \*PUD?.

### Ошибки исполнения

\*PUD выполним только тогда, когда переключатель калибровки на задней панели находится в позиции разрешения, и калибровка разрешена. Иначе, возвращается ошибка исполнения.

### Ошибки команды

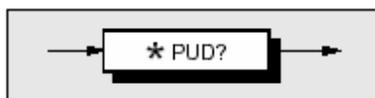
Ошибка команды возвращается, если сообщение пользователя превышает 63 байта, или если данные не соответствуют стандартному формату.

### Условия по включению питания и сбросу

Область данных остается неизменной.

---

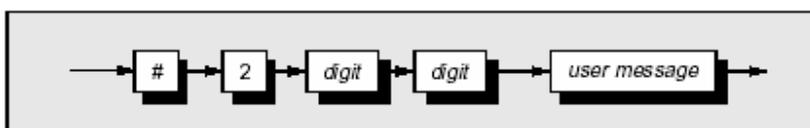
## 6.C.11 Защищенные пользовательские данные — вызов пользовательских данных



Данная команда соответствует стандартным требованиям IEEE 488.2.

**\*PUD?** вызывает предварительно введенные данные пользователя. Обратитесь к программной команде **\*PUD**.

**Синтаксис отклика:**



где:

digit = одно из ASCII- кодированных чисел, предварительно определенных из длины пользовательской строки сообщения,  
user message = сохраненное пользовательское сообщение.

**Декодирование отклика:**

Вызывается предварительно-сохраненное сообщение.  
Если нет доступных сообщений, то возвращается значение из двух цифр - 00. Область данных содержит до 63 байтов данных.  
Отдельный запрос, посланный как законченное программное сообщение, определит единственный отклик, заканчиваемый:

nl = newline with EOI

Если множество запросов посланы как строка модулей программных сообщений (разделенных точками с запятой со строкой, сопровождаемой разрешенным признаком конца), то ответы будут посланы как аналогичная строка, чья последовательность соответствует последовательности программного запроса. Заключительный ответ в строке будет сопровождаться признаком конца:

nl = newline with EOI

**Ошибки исполнения:**

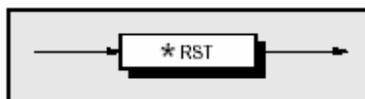
Нет.

**Условия по включению питания и сбросу**

Область данных остается неизменной.

---

## 6.C.12 Сброс (Reset)



### \*RST

будет сбрасывать прибор к определенному состоянию, установленному для каждой соответствующей команды с описанием команды, и перечисленных в Приложении D к Разделу 6.

Состояние сброса не зависит от хронологии прошлого использования прибора, за исключением замечаний, приведенных ниже:

\*RST не влияет на следующее:

- выбранный адрес прибора;
- калибровочные данные, которые влияют на спецификации;
- условия маски SRQ;
- состояние IEEE 488.1 интерфейса.

### Ошибки исполнения:

Нет.

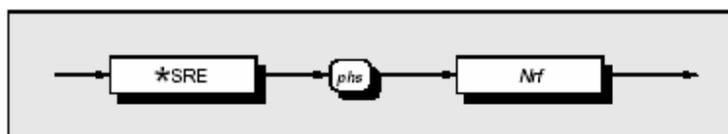
### Условия по включению и сбросу

Не применимо.

---

## 6.C.13 Service Request Enable

Данная структура данных байта статуса соответствует стандартным требованиям IEEE 488.2 для этой структуры.



\*SRE допускает стандартные и определяемые пользователем итоговые биты в байте обслуживания запроса, который генерирует запрос на обслуживание. Обратитесь к разделу 6, подраздел 6.5.

*Nrf* - Десятичный числовой элемент данных, представляющий целочисленное десятичное число, эквивалентное шестнадцатеричному значению, требуемому для разрешения соответствующих бит в этом 8- битовом регистре. Подробное определение содержится в документации на IEEE 488.2.

Обратите внимание, что числа **будут** округляться до целого.

### Ошибки исполнения:

Нет.

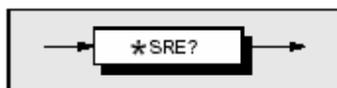
### Условия по включению питания и сбросу

Не применимо.

---

#### 6.C.14 Вызов Service Request Enable

Эта структура данных байта состояния соответствует IEEE 488.2 стандартным требованиям для этой структуры.



##### **\*SRE?**

вызывает разрешенную маску для стандартно определенных событий. Обратитесь к Разделу 6, подраздел 6.5.

##### **Декодирование отклика:**

Возвращенная величина, которая после преобразования в двоичный код, идентифицирует разрешенные биты, которые генерируют запрос обслуживания. Подробности содержатся в стандартных документах IEEE 488.2.

##### **Ошибка исполнения:**

Нет.

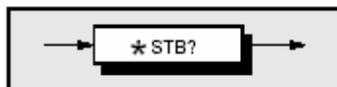
##### **Условия по включению питания и сбросу**

Условие по включению питания зависит от условия, сохраненного общей командой \*PSC - если 0, тогда регистр не очищается; если 1, то регистр очищается. Сброс не влияет.

---

#### 6.C.15 Чтение регистра обслуживания запроса

Эта структура данных байта состояния соответствует IEEE 488.2 стандартным требованиям для этой структуры.



##### **\*STB?**

Вызывает регистр обслуживания запроса для итоговых битов. Обратитесь к разделу 6, подраздел 6.5.

##### **Декодирование отклика:**

Возвращаемая величина, после преобразования в двоичный код, идентифицирует итоговые биты для текущего состояния вовлеченных структур данных. Подробнее смотрите документацию на IEEE 488.2. Нет никакого непосредственного метода очистки этого байта. Его состояние связано с очисткой вышележащей структуры состояния данных.

##### **Ошибки исполнения:**

Нет.

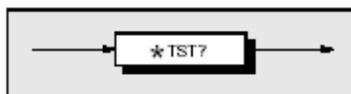
##### **Условия по включению питания и сбросу**

Не применимо.

---

### 6.C.16 Операции тестирования — полное самотестирование

Данная команда соответствует стандартным требованиям IEEE 488.2.



#### **\*TST?**

Выполняет полное самотестирование. Отклик генерируется после завершения теста.

**Примечание.** Выполненное самотестирование справедливо только при температурах:  $23^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ .

#### **Ошибки исполнения:**

Эксплуатационное самотестирование не разрешается при успешном проведении калибровки.

#### **Условия по включению питания и сбросу**

Не применимо.

#### **Декодирование отклика:**

Величина отклика определяет прохождение (0) или не прохождение (1) самотестирования:

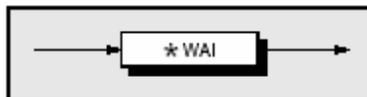
**ZERO** указывает, что самотестирование завершено без обнаружения ошибок.

**ONE** указывает, что самотестирование не прошло. Ошибки могут быть обнаружены только при перезапуске самотестирования в ручном режиме. Обратитесь к Разделу 8.

---

### 6.C.17 Wait

Данная команда соответствует стандартным требованиям IEEE 488.2.



#### **\*WAI**

Предотвращает прибор от выполнения любых дальнейших команд или запросов, пока *флажок повисших операций* установлен в состояние истина. Это обязательная команда для IEEE-488.2 имеет слабое отношение к данному прибору, поскольку нет никаких параллельных процессов, требующих установления флажков повисших операций.

#### **Ошибки исполнения:**

Нет.

#### **Условия по включению и сбросу**

Не применимо.

## Модель 9100 — настройки прибора после сброса (\*RST)

### 6.D.1 Введение

#### \*RST

будет устанавливать прибор в определенное состояние, заданное для каждой применяемой команды. Состояние сброса не зависит от хронологии предыдущего использования прибора, за исключением приведенного ниже:

\*RST не влияет на следующее:

- выбор адреса прибора;
- калибровочные данные, которые влияют на спецификации;
- состояния маски SRQ;
- содержание:
  - регистра байта состояния (Status Byte Register);
  - разрешенного регистра байта состояния (Status Byte Enable Register);
  - стандартного регистра статуса событий (Standard Event Status Register);
  - стандартного разрешенного регистра статуса событий (Standard Event Status Enable Register);
  - SCPI регистра состояния операций (Operation Status Register);
  - SCPI регистра (маски) разрешенного состояния операций (Operation Status Enable Register);
  - SCPI регистра сомнительных состояний (Questionable Status Register);
  - SCPI регистра (маски) разрешенных сомнительных операций (Questionable Status Enable Register);
- состояния интерфейса IEEE 488.1;
- очередь ошибок (Error Queue);
- установку флага очистки состояния при включении питания (Power-on Status Clear flag setting);
- отклик запроса защищенных пользовательских данных (Protected User Data Query response).

'Enable Macro Command' (\*EMC) в калибраторе 9100 не используется.

'Define Device Trigger Command' (\*DDT) в калибраторе 9100 не используется.

Параллельный опрос в калибраторе 9100 не осуществляется.

\*RST устанавливает следующие состояния:

- калибратор 9100 возвращается в ручной режим;
- 9100 возвращается в 'Operation Complete Command Idle State' (OCIS);
- 9100 возвращается в 'Operation Complete Query Idle State' (OQIS);
- Параметры настройки, связанные с общими командами IEEE 488.2, как описано в параграфе 6. D.2 далее;
- Параметры настройки, связанные с командами SCPI, как описано в параграфе 6.D.3 далее;

---

## 6.D.2 \*RST настройки, связанные с общими командами IEEE 488.2

### Программное кодирование

### Состояние

*CLS	Не применимо
*ESE Nrf	Не применимо
*ESE?	Предыдущее состояние сохраняется
*ESR?	Предыдущее состояние сохраняется
*IDN?	Не изменяется
*OPC	OPIC принудительное состояние
*OPC?	OPIC принудительное состояние
*OPT?	Не применимо
*PSC 0/1	Не применимо
*PSC?	Не изменяется.
*PUD	Область данных остается неизменной
*PUD?	Область данных остается неизменной
*SRE Nrf	Не применимо
*SRE?	Предыдущее состояние сохраняется
*STB?	Предыдущее состояние сохраняется
*TST?	Не применимо
*WAI	Не применимо

### 6.D.3 \*RST настройки, связанные с командами SCPI

Ключевое слово	Состояние	Ключевое слово	Состояние
CALibration		STATus	
Disabled		:OPERation	
:SECure		[:EVENT]?	No change (не изменяется)
:PASSword	требуется для входа в режим калибровки	:ENABle(?)	No change (не изменяется)
		:CONDition?	Not applicable (не применимо)
OUTPut		:QUESTionable	
[:STATe]	OFF (выключено)	[:EVENT]?	No change (не изменяется)
:COMPeNsation(?)	OFF (выключено)	:ENABle(?)	No change (не изменяется)
:ISELectioN(?)	HIGHi	:CONDition?	Not applicable (не применимо)
		:PRESet	Not applicable (не применимо)
[SOURce]		SYSTem	
:FUNctioN		:ERRor?	Not applicable (не применимо)
[:SHAPE] (?)	DC (постоянный)	:DATE(?)	
:VOLTage	Active (активный)		As previously set, updated (Как предыдущая настройка, модифицированный)
		:TIME(?)	As previously set, updated (Как предыдущая настройка, модифицированный)
[:LEVEL]		:SVOLTage(?)	As previously set (Как предыдущая настройка)
[:IMMEDIATE]		:VERSion?	1993
[:AMPLitude] (?)	1V (1 В)		
:HIGH(?)	Not applicable (не применимо)		
:LOW(?)	Not applicable (не применимо)		
:CURRent	Inactive (не активный)		
:RESistance	Inactive (не активный)		
:UUT_I(?)	LOW (низкий)		
:CONDuctance	Inactive (не активный)		
:UUT_I(?)	LOW (низкий)		
:CAPacitance	Inactive (не активный)		
:UUT_I(?)	LOW (низкий)		
:FREQuency	Inactive (не активный)		
:PHASe	Inactive (не активный)		
[:ADJust] (?)	0°		
:INPut			
[:STATe] (?)	OFF (выключено)		
:OUTPut			
[:STATe] (?)	OFF (выключено)		
:PULSe	Inactive (не активный)		
:TEMPerature	Inactive (не активный)		
:UNITs (?)	C		
:SCALE (?)	TS68		
:THERmocouple	Inactive (не активный)		
:TYPE (?)	K		
:PRT	Inactive (не активный)		
:TYPE (?)	PT385		
:NRESistance (?)	100Ω (100 Ом)		
:UUT_I (?)	LOW (низкий)		



## Model 9100 — настройки прибора по включению питания

### 6.E.1 Общие положения

<b>Активный режим:</b>	Калибратор 9100 может по включению питания устанавливаться как в 'Ручной' режим, так и в режим 'Процедур', но ручной режим или режим калибровки при дистанционной работе должны устанавливаться. Требуемый режим выбирается нажатием клавиши Mode на лицевой панели и выбором из меню Режима (режим калибровки (Calibration) требует ввода пароля).
<b>Device I/D (Серийный номер)</b>	Заводской номер сохраняется
<b>Protected User Data Защищенные пользовательские данные</b>	Предыдущий ввод сохраняется
<b>Status Reporting Conditions:</b>	
<b>Status Byte Register</b>	Зависит от состояния *PSC
<b>Status Byte Enable Register</b>	Зависит от состояния *PSC
<b>Event Status Register</b>	Зависит от состояния *PSC
<b>Event Status Enable Register</b>	Зависит от состояния *PSC
<b>Operation Status Event Register</b>	Зависит от состояния *PSC
<b>Operation Status Enable Register</b>	Зависит от состояния *PSC
<b>Questionable Status Event Register</b>	Зависит от состояния *PSC
<b>Questionable Status Enable Register</b>	Зависит от состояния *PSC
<b>Error Queue</b>	Пуста, до обнаружения первой ошибки

### 6.E.2 Настройки по включению питания, связанные с общими командами IEEE 488.2

Программное кодирование	Состояние
*CLS	Не применимо
*ESE Nrf	Не применимо
*ESE?	Отклик зависит от состояния *PSC
*ESR?	Отклик зависит от состояния *PSC
*IDN?	Не применимо
*OPC	Не применимо
*OPC?	Не применимо
*OPT?	Не применимо
*PSC 0/1	Не применимо
*PSC?	Не изменяется. Эти данные сохраняются при выключении питания для использования их при включении питания.
*PUD	Область данных остается неизменной
*PUD?	Область данных остается неизменной
*RST	Не применимо
*SRE Nrf	Не применимо
*SRE?	Отклик зависит от состояния *PSC
*STB?	Отклик зависит от состояния *PSC
*TST?	Не применимо
*WAI	Не применимо

## 6.Е.3 Настройки, связанные с SCPI командами

Ключевое слово	Состояние	Ключевое слово	Состояние
CALibration	Disabled (отключен)	STATus	
:SECure		:OPERation	
:PASSword	требуется для входа в режим калибровки	[:EVENT]?	Зависит от состояния *PSC
		:ENABle(?)	Зависит от состояния *PSC
OUTPut		:CONDition?	Не применимо
[:STATe]	OFF (выключено)	:QUESTionable	
:COMPensation(?)	OFF (выключено)	[:EVENT]?	Зависит от состояния *PSC
:ISELectioN(?)	HIGHi	:ENABle(?)	Зависит от состояния *PSC
		:CONDition?	Не применимо
[SOURce]		:PRESet	Не применимо
:FUNCTioN			
[:SHAPE](?)	DC (постоянный сигнал)	SYSTem	
:VOLTage	Active (активна)	:ERRor?	Не применимо
[:LEVEl]		:DATE(?)	Как предварительная установка, модифицирована
[:IMMEDIATE]		:TIME(?)	Как предварительная установка, модифицирована
[:AMPLitude](?)	1 V (1 В)	:SVOLtage(?)	Как предварительная установка
:HIGH(?)	Не применимо	:VERSion?	1993
:LOW(?)	Не применимо		
:CURRent	Inactive (не активна)		
:RESistance	Inactive (не активна)		
:UUT_I(?)	LOW (низкий)		
:CONDuctance	Inactive (не активна)		
:UUT_I(?)	LOW (низкий)		
:CAPacitance	Inactive (не активна)		
:UUT_I(?)	LOW (низкий)		
:FREQuency	Inactive (не активна)		
:PHASe	Inactive (не активна)		
[:ADJusT](?)	0°		
:INPut			
[:STATe](?)	OFF (выключено)		
:OUTPut			
[:STATe](?)	OFF (выключено)		
:PULSe	Inactive (не активна)		
:TEMPerature	Inactive (не активна)		
:UNITs(?)	C		
:SCALe(?)	TS68		
:THERmocouple	Inactive (не активна)		
:TYPE(?)	K		
:PRT	Inactive (не активна)		
:TYPE(?)	PT385		
:NRESistance(?)	100Ω (100 Ом)		
:UUT_I(?)	LOW (низкий)		

## РАЗДЕЛ 7. СПЕЦИФИКАЦИИ 9100

### 7.1 Общие

#### 7.1.1. Напряжение питания сети

**Напряжение** (однофазное): 100В/120В/220В/240В  
(выбирается на задней панели)  
**Изменения напряжения сети:**  $\pm 10\%$  относительно номинального значения

**Частота:** от 48 до 63 Гц

**Потребляемая мощность:** 450 VA макс.  
**Предохранители:**  
220/240 В: Т3.15А НВС,  
250V, IEC127  
100/120V: Т5.0А НВС,  
250V, IEC127

#### 7.1.2. Механические характеристики

**Габариты:** Высота: 3U  
Ширина: 427 мм  
Глубина: 460 мм

**Вес:** 18.5 кг

#### 7.1.3. Безопасность:

Разработан в соответствии с UL1244, IEC348, IEC1010-1;  
Степень загрязнения 2;  
Категория инсталляции II;  
Класс защиты I.

#### 7.1.4. Пиковые напряжения и токи на клеммах

	Пиковые напряжения относительно заземления	Пиковые токи
SHi	1500 В	
Hi	1500 В	90 мА
SLo	15 В	
Lo	15 В	90 мА
I+	10 В	30 А
I-		30 А
Дополнительный аналоговый выход	15 В	1.5 А

#### 7.1.5. Условия окружающей среды

**Температура:** Рабочая: 5°C до 40°C  
Перемещения: -20°C до 60°C <100 часов  
Хранения: 0°C до 50°C  
**Время прогрева:** 20 минут

**Макс. относ. влажность (без конденсата):**  
Рабочая: +5°C до +30°C: <90%,  
+30°C до +40°C: <75%,  
Хранения: 0°C до +50°C: <95%,

**Высота** Рабочая: от 0 до 2000 м  
Не рабочая: от 2000 до 12000 м

**Электробезопасность:** MIL-T-28800, type III, class 5, style E.

**Вибрация:** MIL-T-28800, type III, class 5, style E.

**Защита:** MIL-T-28800, type III, class 5, style E.

**EMC:** В соответствии с:  
Generic Emissions: EN50081.  
Generic Immunity: EN50082.  
FCC Rules part 15 sub-part J class B.

#### 7.1.6. Значения погрешности при использовании таблиц погрешности функций

Погрешность включает долговременную стабильность, температурный коэффициент, нагрузку, изменение напряжения сети и прослеживаемость заводских эталонов к национальным калибровочным эталонам. Ничего не надо добавлять при определении отношения погрешностей (TUR) для тестируемого прибора.

**Примечание.** Эти спецификации применимы как к выходным клеммам модели 9100, так и к комплекту проводов модели 9105, если не указано иное.

---

## 7.2. Опции и принадлежности

### 7.2.1. Опции модели 9100

Опция 10	Пустая 256 Кбайт флэш-память.
Опция 30	Пустая 256 Кбайт, статическая RAM (SRAM), battery backed.
Опция 50	Шаровой указатель (Tracker Ball).
Опция 60	Мягкий кейс для переноски.
Опция 70	NAMAS сертификат калибровки, прослеживаемый к национальным эталонам.
Опция 90	Монтажный комплект.
Опция 100	Высокостабильный опорный генератор.
Опция 200	10- и 50- витковые токовые катушки.
Опция 250	250 МГц модуль калибровки осциллографов.
<i>или</i>	
Опция 600	600 МГц модуль калибровки осциллографов.
Напряжение питания:	9100 конфигурируется для соответствующего напряжения места поставки.

### 7.2.2. Принадлежности модели 9100

PLC-XXX	Карты библиотеки процедур (Руководство пользователя, Раздел 1, подраздел 1.4).
Model 9105	Полный комплект проводов (один комплект поставляется с каждым калибратором модели 9100).
Model 9010	Генератор процедур для карт памяти, программное обеспечение управления активами и устройство сопряжения для карт памяти, поддерживающая встраиваемый 3.5" PC установочный формат, с принадлежностями для внешнего монтажа. (Минимальные требования к аппаратному обеспечению: 100% IBM совместимый, 80486 25 MHz DX™ или выше, MS-DOS 5.0™ или более поздняя, Windows™ Version 3.1 или более поздняя, 4 Мбайт память, 30 Мбайт пространства жесткого диска для инсталляции, дополнительное пространство жесткого диска необходимо для процедур, и т.д. Необходим полноразмерный слот расширения).

---

## 7.3 Спецификации постоянного напряжения (DC Voltage)

### 7.3.1 Разрешение и погрешность по постоянному напряжению (DC Voltage)

Напряжение выхода +/- полярности	Погрешность * ± (% от выхода + пост.) 1 год — Tcal ±5°C [1]	Ток нагрузки	Абсолютное разрешение
000.000 мВ до 320.000 мВ	0.006% + 4.16 мкВ	< 20 мА	1 мкВ
0.32001 В до 3.20000 В	0.006% + 41.6 мкВ	< 20 мА	10 мкВ
03.2001 В до 32.0000 В	0.0065% + 416 мкВ	< 20 мА	100 мкВ
032.001 В до 20.000 В	0.0065% + 4.48 мВ	< 6 мА	1 мВ
0320.01 В до 1050.00 В	0.006% + 19.95 мВ	< 6 мА	10 мВ

\* = Для нагрузок < 1 МОм: добавьте ошибку влияния нагрузки.

### 7.3.2. Другие спецификации постоянного напряжения

Время установления:	<b>В пределах 10% от погрешности: 0.08 с</b>
Влияние нагрузки:	<b>Для нагрузок &lt;1 МОм: добавьте (200 / LOAD) % от выхода</b>
Максимальная емкость:	<b>1000 пФ.</b>

**Замечание:** [1] Tcal = температуре при калибровке. Температура калибровки на заводе изготовителе = 23°C

## 7.4. Спецификации переменного напряжения (AC Voltage)

### 7.4.1 Разрешение и погрешности по переменному напряжению (AC Voltage) (синусоидальный сигнал)

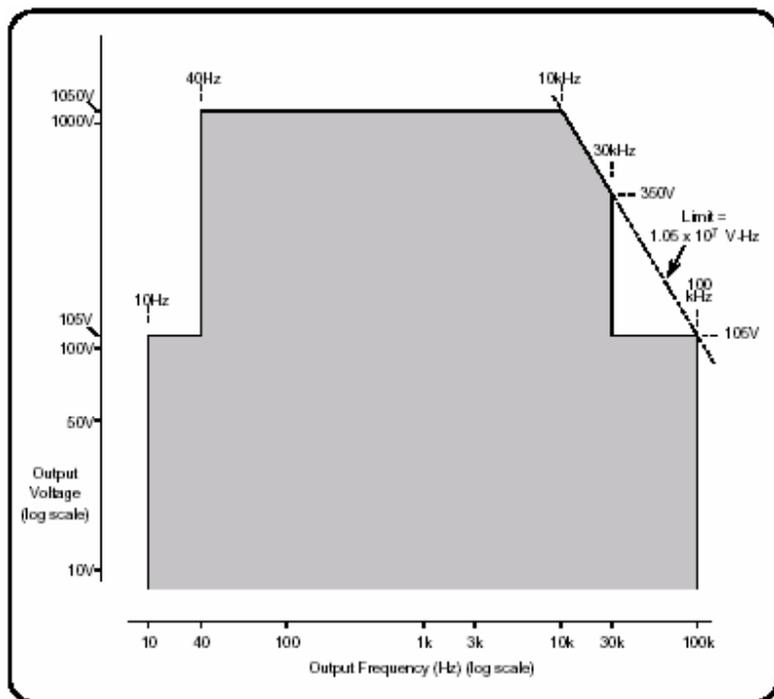
Напряжение выхода	Полоса частот <sup>[2]</sup> (Гц)	Погрешность * ± (% от выхода + пост.) 1 год — Tcal <sup>[1]</sup> ± 5°C	Ток нагрузки	Полные гармонические искажения (% от выхода)	Абсолютное разрешение
000.000 мВ до 010.000 мВ	10 – 3 кГц	0.04 + 384 мкВ	20 мА	0.06	1 мкВ
	3 кГц - 10 кГц	0.04 + 512 мкВ	20 мА	0.10	1 мкВ
	10 кГц - 30 кГц	0.06 + 960 мкВ	20 мА	0.13	1 мкВ
	30 кГц - 50 кГц	0.09 + 1.92 мВ	10 мА	0.20	1 мкВ
	50 кГц – 100 кГц	0.20 + 5.12 мВ	10 мА	0.32	1 мкВ
010.001 мВ до 032.000 мВ	10 – 3 кГц	0.04 + 96.0 мкВ	20 мА	0.06	1 мкВ
	3 кГц – 10 кГц	0.04 + 128 мкВ	20 мА	0.10	1 мкВ
	10 кГц – 30 кГц	0.06 + 240 мкВ	20 мА	0.13	1 мкВ
	30 кГц – 50 кГц	0.09 + 480 мкВ	10 мА	0.20	1 мкВ
	50 кГц – 100 кГц	0.20 + 1.28 мВ	10 мА	0.32	1 мкВ
032.001 мВ до 320.000 мВ	10 – 3 кГц	0.04 + 19.2 мкВ	20 мА	0.06	1 мкВ
	3 кГц – 10 кГц	0.04 + 25.6 мкВ	20 мА	0.10	1 мкВ
	10 кГц – 30 кГц	0.06 + 48.0 мкВ	20 мА	0.13	1 мкВ
	30 кГц – 50 кГц	0.09 + 96.0 мкВ	10 мА	0.20	1 мкВ
	50 кГц – 100 кГц	0.20 + 256 мкВ	10 мА	0.32	1 мкВ
0.32001 В до 3.20000 В	10 – 3 кГц	0.04 + 192 мкВ	20 мА	0.06	10 мкВ
	3 кГц – 10 кГц	0.04 + 256 мкВ	20 мА	0.10	10 мкВ
	10 кГц – 30 кГц	0.06 + 480 мкВ	20 мА	0.13	10 мкВ
	30 кГц – 50 кГц	0.09 + 960 мкВ	10 мА	0.20	10 мкВ
	50 кГц – 100 кГц	0.20 + 2.56 мВ	10 мА	0.32	10 мкВ
03.2001 В до 32.0000 В	10 – 3 кГц	0.04 + 1.92 мВ	20 мА	0.10	100 мкВ
	3 кГц – 10 кГц	0.06 + 2.56 мВ	20 мА	0.10	100 мкВ
	10 кГц – 30 кГц	0.08 + 4.80 мВ	20 мА	0.16	100 мкВ
	30 кГц – 50 кГц	0.15 + 9.60 мВ	20 мА	0.20	100 мкВ
	50 кГц – 100 кГц	0.35 + 32.0 мВ	20 мА	0.32	100 мкВ
032.001 В до 105.000 В	10 – 3 кГц	0.04 + 6.30 мВ	20 мА	0.10	1 мВ
	3 кГц – 10 кГц	0.06 + 8.40 мВ	20 мА	0.10	1 мВ
	10 кГц – 30 кГц	0.08 + 15.8 мВ	20 мА	0.16	1 мВ
	30 кГц – 50 кГц	0.15 + 31.5 мВ	20 мА	0.20	1 мВ
	50 кГц – 100 кГц	0.35 + 105 мВ	20 мА	0.32	1 мВ
105.001 В до 320.000 В	40 - 100	0.05 + 19.2 мВ	6 мА <sup>#</sup>	0.50	1 мВ
	100 – 1 кГц	0.05 + 19.2 мВ	6 мА <sup>#</sup>	0.32	1 мВ
	1 кГц – 3 кГц	0.08 + 19.2 мВ	6 мА <sup>#</sup>	0.32	1 мВ
	3 кГц – 10 кГц	0.08 + 32.0 мВ	20 мА	0.32	1 мВ
	10 кГц – 20 кГц	0.12 + 48.0 мВ	20 мА	0.32	1 мВ
	20 кГц – 30 кГц	0.15 + 64.0 мВ	20 мА	0.32	1 мВ
0320.01 В до 0800.00 В	40 - 100	0.05 + 63.0 мВ	6 мА	0.50	10 мВ
	100 – 1 кГц	0.05 + 63.0 мВ	6 мА	0.32	10 мВ
	1 кГц – 3 кГц	0.08 + 63.0 мВ	6 мА	0.32	10 мВ
	3 кГц – 10 кГц	0.08 + 105 мВ	20 мА	0.32	10 мВ
	10 кГц – 20 кГц †	0.12 + 158 мВ	20 мА	0.32	10 мВ
	20 кГц – 30 кГц †	0.15 + 210 мВ	20 мА	0.32	10 мВ
0800.01 В до 1050.00 В	40 - 100	0.05 + 126 мВ	6 мА	0.50	10 мВ
	100 – 1 кГц	0.05 + 126 мВ	6 мА	0.32	10 мВ
	1 кГц – 3 кГц	0.08 + 126 мВ	6 мА	0.32	10 мВ
	3 кГц – 10 кГц	0.08 + 210 мВ	20 мА	0.32	10 мВ
	10 кГц – 20 кГц †	0.12 + 315 мВ	20 мА	0.32	10 мВ

\* = Для нагрузки < |1 МОм: добавьте ошибку влияния нагрузки.

† = Для комбинации напряжения и частоты существует ограничение Volt-Hertz (Напряжение- частота) (см. V-Hz график).

# = 20 мА, если установлена опция мощности (Power) (Опция PWR).

#### 7.4.2. График напряжение-частота (синусоидальный сигнал)



#### 7.4.3. Зависимость частотных диапазонов от частотного разрешения

Абсолютное разрешение	Диапазон частот
1 МГц	010.000 Гц до 320.000 Гц
10 МГц	0.01000 кГц до 3.20000 кГц
100 МГц	00.0100 кГц до 32.0000 кГц
1 Гц	000.010 кГц до 100.000 кГц

#### 7.4.4. Фаза переменного напряжения (синусоидальный сигнал) \*

Диапазон изменения фазы выходного напряжения относительно заданного =  $\pm 180^\circ$

Дискретность фазы выходного напряжения =  $0.01^\circ$

Напряжение выхода	Выбранная частота f (Гц)	TTL сигналы		От 1 В до 3 В RMS Sin вход † Ошибка выхода фазы относительно заданной ('Phase Lock In')
		Ошибка выходной фазы относительно 'Phase Lock In'	Ошибка выходной фазы относительно 'Phase Lock Out'	
0.30000 В до 105.000 В	10 - 40	$\pm 0.07^\circ$	$\pm 0.07^\circ$	$\pm 0.70^\circ$
	40 - 65	$\pm 0.07^\circ$	$\pm 0.07^\circ$	$\pm 0.14^\circ$
	65 - 1 кГц	$\pm(0.07 + 0.001 \times f)^\circ$	$\pm(0.07 + 0.001 \times f)^\circ$	$\pm(0.14 + 0.001 \times f)^\circ$
105.001 В до 0750.00 В ♦	45 - 65	$\pm 0.16^\circ$	$\pm 0.16^\circ$	$\pm 0.23^\circ$
	65 - 1 кГц	$\pm(0.16 + 0.0037 \times f)^\circ$	$\pm(0.16 + 0.0037 \times f)^\circ$	$\pm(0.23 + 0.0037 \times f)^\circ$

**Замечание:** Может использоваться применение, при котором «Ведомая» частота установлена как гармоника «Основной» частоты. В этом случае «ведомая» частота не должна превышать 1 кГц.

\* = Если два или более прибора 9100 используются в конфигурации 'Master and Slave – Основной и Ведомый', данная спецификация применима только когда «Основной» и «Ведомый» настроены на одну частоту. Отношение длительности импульса к промежутку между импульсами на входе не должно быть меньше, чем 1:4.

† = Вход соединен по постоянному току. Не применяйте соединение по переменному току. Шум до 10 мВ (пик-пик) вырезается.

♦ = Максимальный ток нагрузки: 2 мА; максимальная емкость нагрузки: 200 пФ.

**Замечания:** [1] Tcal = температуре калибровки. Температура калибровки на заводе изготовителе = 23°C.

[2] Погрешность частоты: 25 ppm от выходной частоты.

Продолжение спецификации по переменному напряжению далее

## 7.4. Спецификации по переменному напряжению (АС) (Продолжение)

### 7.4.5. Погрешность по переменному напряжению (прямоугольный сигнал)

Частотный диапазон <sup>[2]</sup> (Гц)	Диапазон выходного напряжения		Погрешность* ± (% от выхода + пост.) 1 год — Tcal <sup>[1]</sup> ± 5°C	Ток нагрузки
	Среднеквадратическое значение (RMS)	Пиковое		
10-1 кГц	0 В-14.08 мВ	0 В-14.14 мВ	0.12 + 450 мкВ	20 мА
10-1 кГц	14.08 мВ-45.08 мВ	14.14 мВ-45.25 мВ	0.12 + 150 мкВ	20 мА
10-1 кГц	45.08 мВ-450 мВ	45.25 мВ-452.5 мВ	0.12 + 40 мкВ	20 мА
10-1 кГц	450 мВ-4.5 В	452.5 мВ-4.525 В	0.12 + 400 мкВ	20 мА
10-1 кГц	4.5 В-45 В	4.525 В-45.25 В	0.12 + 4 мВ	20 мА
10-1 кГц	45 В-147.9 В	45.25 В-148.4 В	0.12 + 10 мВ	20 мА
45-65	147.9 В-450 В	148.4 В-452.5 В	0.15 + 40 мВ	6 мА
45-65	450 В-500 В	452.5 В-502 В	0.15 + 110 мВ	6 мА

\* = Для нагрузки < |1 МОм: добавьте ошибку влияния нагрузки

#### Соотношения и коэффициенты, основанные на параметрах прямоугольного сигнала

Пиковое: 1.0000  
 Пик - пик: 2.0000  
 Среднеквадратическое (RMS): 0.9962  
 Среднее: 0.9958  
 Коэффициент амплитуды: 1.0038  
 Коэффициент формы: 1.0004

### 7.4.6. Погрешность по переменному напряжению (импульсный сигнал)

Частотный диапазон <sup>[2]</sup> (Гц)	Диапазон выходного напряжения		Погрешность* ± (% от выхода + пост.) 1 год — Tcal <sup>[1]</sup> ± 5°C	Ток нагрузки
	RMS	Пиковое		
10-1 кГц	0 В-7.43 мВ	0 В-14.14 мВ	0.30 + 1000 мкВ	20 мА
10-1 кГц	7.43 мВ-23.77 мВ	14.14 мВ-45.25 мВ	0.30 + 500 мкВ	20 мА
10-1 кГц	23.77 мВ-238 мВ	45.25 мВ-452.5 мВ	0.30 + 80 мкВ	20 мА
10-1 кГц	238 мВ-2.38 В	452.5 мВ-4.525 В	0.30 + 800 мкВ	20 мА
10-1 кГц	2.38 В-23.8 В	4.525 В-45.25 В	0.30 + 8 мВ	20 мА
10-1 кГц	23.8 В-78.05 В	45.25 В-148.4 В	0.30 + 20 мВ	20 мА
45-65	78.05 В-238 В	148.4 В-452.5 В	0.35 + 80 мВ	6 мА
45-65	238 В-500 В	452.5 В-951 В	0.35 + 200 мВ	6 мА

\* = Для нагрузки < |1 МОм: добавьте ошибку влияния нагрузки

#### Соотношения и коэффициенты, основанные на параметрах импульсного сигнала

Пиковое: 1.0000  
 Пик - пик: 2.0000  
 RMS: 0.5270  
 Среднее: 0.3333  
 Коэффициент амплитуды: 1.8974  
 Коэффициент формы: 1.5811

### 7.4.7. Погрешность по переменному напряжению (треугольный сигнал)

Частотный диапазон <sup>[2]</sup> (Гц)	Диапазон выходного напряжения		Погрешность* ± (% от выхода + пост.) 1 год — Tcal <sup>[1]</sup> ± 5°C	Ток нагрузки
	RMS	Пиковое		
10-1 кГц	0В-8.16 мВ	0 В-14.14 мВ	0.15 + 500 мкВ	20 мА
10-1 кГц	8.16 мВ-26.11 мВ	14.14 мВ-45.25 мВ	0.15 + 175 мкВ	20 мА
10-1 кГц	26.11 мВ-261 мВ	45.25 мВ-452.5 мВ	0.15 + 40 мкВ	20 мА
10-1 кГц	261 мВ-2.61 В	452.5 мВ-4.525 В	0.15 + 400 мкВ	20 мА
10-1 кГц	2.61 В-26.1 В	4.525 В-45.25 В	0.15 + 4 мВ	20 мА
10-1 кГц	26.1 В-85.7 В	45.25 В-148.4 В	0.15 + 10 мВ	20 мА
45-65	85.7 В-261 В	148.4 В-452.5 В	0.18 + 40 мВ	6 мА
45-65	261 В-500 В	452.5 В-866 В	0.18 + 120 мВ	6 мА

\* = Для нагрузки < |1 МОм: добавьте ошибку влияния нагрузки

#### Соотношения и коэффициенты, основанные на параметрах треугольного сигнала

Пиковое: 1.0000  
 Пик - пик: 2.0000  
 RMS: 0.5774  
 Среднее: 0.5000  
 Коэффициент амплитуды: 1.7321  
 Коэффициент формы: 1.1547

**Замечания:** [1] Tcal = температуре калибровки. Температура калибровки на заводе изготовителе = 23°C.

[2] Погрешность частоты: 25 ppm от выходной частоты.

#### 7.4.8. Погрешность по переменному напряжению (трапецидальный сигнал)

Частотный диапазон <sup>[2]</sup> (Гц)	Диапазон выходного напряжения		Погрешность* ± (% от выхода + пост.) 1 год — Tcal <sup>[1]</sup> ± 5°C	Ток нагрузки
	RMS	Пиковое		
10-1 кГц	0V-12.56 мВ	0V-14.14 мВ	0.12 + 450 мкВ	20 мА
10-1 кГц	12.56 мВ -40.19 мВ	14.14 мВ -45.25 мВ	0.12 + 150 мкВ	20 мА
10-1 кГц	40.19 мВ -402 мВ	45.25 мВ -452.5 мВ	0.12 + 40 мкВ	20 мА
10-1 кГц	402 мВ -4.02 В	452.5 мВ -4.525 В	0.12 + 400 мкВ	20 мА
10-1 кГц	4.02 В-40.2 В	4.525 В-45.25 В	0.12 + 4 мВ	20 мА
10-1 кГц	40.2 В-131.9 В	45.25 В-148.4 В	0.12 + 10 мВ	20 мА
45-65	131.9 В-402 В	148.4 В-452.5 В	0.15 + 40 мВ	6 мА
45-65	402 В-500 В	452.5 В-566 В	0.15 + 110 мВ	6 мА

Соотношения и коэффициенты, основанные на параметрах трапецидального сигнала

Пиковое: 1.0000  
 Пик - пик: 2.0000  
 RMS: 0.8819  
 Среднее: 0.8333  
 Коэффициент амплитуды: 1.3390  
 Коэффициент формы: 1.0583

\* = Для нагрузки < |1 МОм: добавьте ошибку влияния нагрузки

#### 7.4.9. Гармонический анализ формы сигнала

(Пиковые значения как процент от пиковых величин основной частоты)

Гармоника	Прямоугольный	Импульсный	Треугольный	Трапецидальный
1	100.00	100.00	100.00	100.00
3	-33.32	60.71	11.11	-22.22
5	19.98	14.93	4.000	4.000
7	-14.25	-7.616	2.041	2.041
9	11.07	-6.746	1.235	-2.469
11	-9.040	-0.826	0.826	0.826
13	7.626	-0.592	0.592	0.592
15	-6.590	-2.428	0.444	-0.889
17	5.795	-1.291	0.346	0.346
19	-5.165	1.034	0.277	0.277
21	4.654	1.239	0.227	-0.454
23	-4.230	0.189	0.189	0.189
25	3.872	0.160	0.160	0.160
27	-3.565	0.750	0.137	-0.274
29	3.300	0.444	0.119	0.119
31	-3.068	-0.388	0.104	0.104
33	2.862	-0.502	0.092	-0.184
35	-2.679	-0.082	0.082	0.082
37	2.515	-0.073	0.073	0.073
39	-2.368	-0.359	0.066	-0.131
41	2.230	-0.222	0.060	0.060

#### 7.4.10. Другие спецификации переменного напряжения

**Время установления** (в пределах 10% от погрешности): ≤105 В: 0.08 с; >105 В: 0.5 с.

**Влияние нагрузки:**

Для нагрузок <|1 МОм ≤105 В, добавить:  $[(200/R_{LOAD}) + (C_{LOAD} * F^2 * 0.03)]$  % от выхода  
 Для нагрузок <|1 МОм >105 В, добавить:  $[(200/R_{LOAD}) + (C_{LOAD} * F^2 * 0.19 + C_{LOAD} * 3E7)]$  % от выхода

\* = Чтобы вычислить предел  $C_{LOAD}$  из спецификации тока нагрузки, при использовании комплекта проводов 9105, необходимо учесть примерно 30 пФ для комплекта проводов.

**Максимальная емкость:** 1000 пФ; учитывается при ограничении выходного тока на высоких частотах.

## 7.5. Спецификации для постоянного тока

### 7.5.1. Разрешение и погрешность для постоянного тока

Эквивалентный выходной ток (+/- полярности)	Погрешность ±(% от выхода + пост.) 1 год — Tcal ±5°C [1]	Напряжение на нагрузке (на клеммах 9100)	Напряжение на нагрузке (на концах проводов 9105)	Абсолютное разрешение
000.000 мкА - 320.000 мкА	0.014 + 11 нА	4 В	4 В	1 нА
0.32001 мА - 3.20000 мА	0.014 + 83 нА	4 В	4 В	10 нА
03.2001 мА - 32.0000 мА	0.014 + 900 нА	4 В	4 В	100 нА
032.001 мА - 320.000 мА	0.016 + 9.6 мкА	4 В	4 В	1 мкА
0.32001 А - 3.20000 А	0.060 + 118 мкА	2.2 В	2.2 В	10 мкА
03.2001 А - 10.5000 А	0.055 + 940 мкА	2.2 В	2.1 В	100 мкА
10.5001 А - 20.0000 А *	0.055 + 4.50 мА	2.2 В	2.0 В	100 мкА

\* = При включенном выходе ('ON'), максимальная скважность (>0.525FS : ≤0.525FS) равна (1 : 4).

Непрерывный выход величиной >0.525FS (FS – Full Scale (полной шкалы)) будет автоматически уменьшен до величины <0.525FS после 2 минут.

### 7.5.2. Опция 200: Разрешение и погрешность постоянного тока через токовую катушку

Эквивалентный выходной ток (+/- полярности)	Погрешность † ±(% от выхода + пост.) 1 год — Tcal ±5°C [1]	Абсолютное разрешение
<b>10-витковая катушка:</b>		
03.2001 А - 32.0000 А	0.060 + 1.18 мА	100 мкА
032.001 А - 105.000 А	0.055 + 9.40 мА	1 мА
105.001 А - 200.000 А *	0.055 + 45.0 мА	1 мА
<b>50- витковая катушка:</b>		
016.001А - 160.000А	0.060 + 5.9 мА	1 мА
0160.01А - 0525.00А	0.055 + 47 мА	10 мА
0525.01А - 1000.00 А *	0.055 + 225 мА	10 мА

\* = При включенном выходе ('ON'), максимальная скважность (>0.525FS : ≤0.525FS) равна (1 : 4).

Непрерывный выход >0.525FS будет автоматически уменьшен до <0.525FS после 2 минут.

† = Относится к погрешности на выходных клеммах 9100. При подсоединенной катушке (опция 200), на выходах катушки, добавить ±0.2% от выходного значения катушки для погрешности катушки.

### 7.5.3. Другие спецификации для постоянного тока

<b>Время установления:</b>	В пределах 10% от погрешности: 0.08 с
<b>Максимальная индуктивность на клеммах:</b>	0 - 3.2 мА: 50 мкГн 3.2 мА – 320 мА: 30 мкГн 320 мА - 3.2 А: 18 мкГн 3.2 А - 10.5 А: 5.5 мкГн 10.5 А – 20 А: 2.5 мкГн
(с выбранным выходом 10-ти или 50 витковой катушки):	3.2 А – 1000 А: 700 мкГн

**Замечание:** [1] Tcal = температуре при калибровке. Температура калибровки на заводе изготовителе = 23°C

## 7.6. Спецификации переменного тока

### 7.6.1. Погрешность для переменного тока (синусоидальный сигнал)

Выходной ток	Частотный диапазон <sup>[2]</sup> (Гц)	Погрешность † ± (% выхода + пост.) 1 год - Tcal <sup>[1]</sup> ± 5°C	Согласующее напряжение (В RMS на клеммах 9100)	Согласующее напряжение (В RMS на концах проводов 9105)	Полные гармонические искажения (% выхода)	Соответствующая ошибка (A/B) для Vc>0.5 В RMS	Абсолютное разрешение
000.000 мкА - 032.000 мкА	10 – 3 кГц	0.07 + 900 нА	4 В	4 В	0.10	60 нА/В	1 нА
	3 кГц – 10 кГц	0.10 + 1.8 мкА	4 В	4 В	0.25	600 нА/В	1 нА
	10 кГц – 20 кГц	0.20 + 6.0 мкА	4 В	4 В	0.40	2.4 мкА/В	1 нА
	20 кГц – 30 кГц	0.25 + 9.0 мкА	4 В	4 В	0.60	5.4 мкА/В	1 нА
032.001 мкА - 320.000 мкА	10 – 3 кГц	0.07 + 300 нА	4 В	4 В	0.10	60 нА/В	1 нА
	3 кГц – 10 кГц	0.10 + 600 нА	4 В	4 В	0.25	600 нА/В	1 нА
	10 кГц – 20 кГц	0.20 + 2.0 мкА	4 В	4 В	0.40	2.4 мкА/В	1 нА
	20 кГц – 30 кГц	0.25 + 3.0 мкА	4 В	4 В	0.60	5.4 мкА/В	1 нА
0.32001 мА - 3.20000 мА	10 – 3 кГц	0.07 + 300 нА	4 В	4 В	0.10	60 нА/В	10 нА
	3 кГц – 10 кГц	0.10 + 600 нА	4 В	4 В	0.25	600 нА/В	10 нА
	10 кГц – 20 кГц	0.20 + 2.0 мкА	4 В	4 В	0.40	2.4 мкА/В	10 нА
	20 кГц – 30 кГц	0.25 + 3.0 мкА	4 В	4 В	0.60	5.4 мкА/В	10 нА
03.2001 мА - 32.0000 мА	10 – 3 кГц	0.07 + 3.2 мкА	4 В	4 В	0.10	0.5 мкА/В	100 нА
	3 кГц – 10 кГц	0.10 + 6.4 мкА	4 В	4 В	0.25	4 мкА/В	100 нА
	10 кГц – 20 кГц	0.20 + 12.8 мкА	4 В	4 В	0.40	15 мкА/В	100 нА
	20 кГц – 30 кГц	0.25 + 22.4 мкА	4 В	4 В	0.60	32 мкА/В	100 нА
032.001 мА - 320.000 мА	10 – 3 кГц	0.08 + 32.0 мкА	4 В	4 В	0.10	2 мкА/В	1 мкА
	3 кГц – 10 кГц	0.10 + 48.0 мкА	4 В	4 В	0.25	4 мкА/В	1 мкА
	10 кГц – 20 кГц	0.20 + 64.0 мкА	4 В	4 В	0.40	15 мкА/В	1 мкА
	20 кГц – 30 кГц	0.25 + 96.0 мкА	4 В	4 В	0.60	35 мкА/В	1 мкА
0.32001 А - 3.20000 А	10 – 3 кГц	0.10 + 480 мкА	2.5 В	2.4 В	0.20	90 мкА/В	10 мкА
	3 кГц – 10 кГц	0.25 + 2.56 мА	2.5 В	2.4 В	1.10	600 мкА/В	10 мкА
03.2001 А - 10.5000 А	10 – 3 кГц	0.20 + 3.0 мА	2.5 В	2.3 В	0.20	0.3 мА/В	100 мкА
	3 кГц – 10 кГц	0.50 + 10.0 мА	2.2 В	2.0 В	1.10	2.1 мА/В	100 мкА
10.5001 А - 20.0000 А *	10 -3 кГц	0.20 + 6.9 мА	2.5 В ♦	2.2 В ♦	0.30	0.3 мА/В	100 мкА
	3 кГц-10 кГц	0.50 + 23.0 мА	2.1 В	1.7 В	1.50	2.1 мА/В	100 мкА
03.2001 А -32.0000 А ♥	10 -100	0.20 + 5.5 мА	2.5 В	2.5 В	0.15		100 мкА
	100-440	0.78 + 27 мА	2.5 В	2.5 В	0.50		100 мкА
032.001 А -200.000 А*♥	10 -100	0.21 + 90 мА	2.5 В ♦	2.3 В ♦	0.15		1 мА
	100-440	0.67 + 0.25 А	2.5 В	2.3 В	0.50		1 мА
016.001 А -160.000 А ♣	10 -100	0.20 + 28 мА	2.5 В	2.5 В	0.15		1 мА
0160.01 А -1000.00 А*♣	10 -100♣	0.21 + 0.45 А	2.5 В ♦	2.3 В ♦	0.15		10 мА

\* = При включенном выходе ("ON"), максимальная скважность (>0.525FS : ≤0.525FS) равна (1 : 4).

Непрерывный выход >0.525FS будет автоматически уменьшен до <0.525FS после 2 минут.

† = Полная погрешность включает ошибки согласования для напряжения ≤0.5 В RMS.

Выше 0.5 В, добавьте соответствующую ошибку согласования, за исключением выходов, отмеченных ♥ и ♣.

♥ = Относится к погрешности на клеммах 9100. При подсоединенной 10-ти витковой катушке (опция 200), на выходе катушки добавить ±0.2% от выходного значения катушки для погрешности катушки.

♣ = Относится к погрешности на клеммах 9100. При подсоединенной 50-ти витковой катушке (опция 200), на выходе катушки, добавить ±0.2% от выходного значения катушки для погрешности катушки.

♦ = Для частот <40Hz, согласующее напряжение уменьшается на 0.5 В RMS.

♣ = Эти катушки разработаны для оптимизации погрешности и индуктивности при использовании с моделью 9100. Для некоторых токоизмерительных клещей на основе эффекта Холла, увеличение индуктивности, обусловленное конструкцией токовых клещей, ведет к ограничению в соответствии с графиком ток/частота для 9100. В некоторых случаях, 1000 А не может быть получено на высокой частоте.

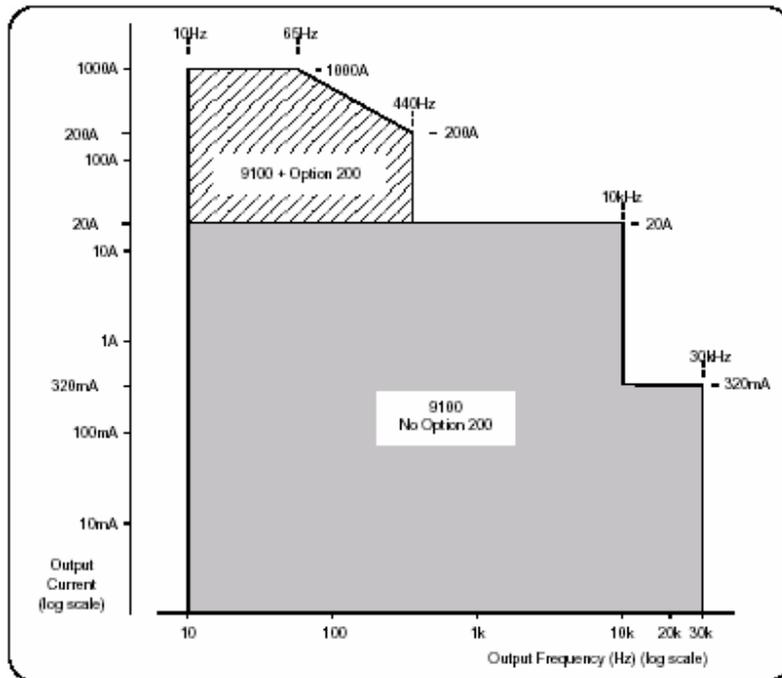
**Замечания:** [1] Tcal = температуре калибровки. Температура калибровки на заводе изготовителе = 23°C.

[2] Погрешность частоты: 25 ppm от выходной частоты.

(Продолжение спецификации для переменного тока далее)

## 7.6 Спецификации для переменного тока (Продолжение)

### 7.6.2 График ток-частота (синусоидальный сигнал)



### 7.6.3 Зависимость частотных диапазонов от разрешения по частоте

Абсолютное разрешение	Диапазон частот
1 мГц	010.000 Гц до 320.000 Гц
10 мГц	0.01000 кГц до 3.20000 кГц
100 мГц	00.0100 кГц до 30.0000 кГц

### 7.6.4 Фаза переменного тока (синусоидальный сигнал) \*

Диапазон изменения фазы выходного тока относительно заданного (Phase Lock In) =  $\pm 180^\circ$   
 Дискретность фазы выходного напряжения =  $0.01^\circ$

**Замечание:** Может использоваться применение, при котором «Ведомая» частота установлена как гармоника «Основной» частоты. В этом случае «ведомая» частота не должна превышать 1 кГц.

\* = Если два или более прибора 9100 используются в конфигурации 'Master and Slave – Основной и Ведомый', данная спецификация применима только когда «Основной» и «Ведомый» настроены на одну частоту. Отношение длительности импульса к промежутку между ними не должно быть меньше, чем 1:4.

† = Вход соединен по постоянному току. Не применяйте соединение по переменному току. Шум до 10 мВ (пик-пик) вырезается.

♣ = С выбранным 10-витковым или 50-витковым выходом (Опция 200).

**Замечания:** [1] Tcal = температуре калибровки. Температура калибровки на заводе изготовителе = 23°C.  
 [2] Погрешность частоты: 25 ppm от выходной частоты.

## 7.6.5 Погрешность для переменного тока (прямоугольный сигнал)

Частотный диапазон (Гц)	Диапазон выходного тока		Погрешность † ± (% выхода + пост.) 1 год — Tcal <sup>[1]</sup> ± 5°C	Напряжение согласования (В RMS)
	RMS	Пиковое		
10-1 кГц	0 мкА - 45.08 мкА	0 - 45.25 мкА	0.21 + 1.8 мкА	4.0
10-1 кГц	45.08 мкА - 4.508 мА	45.25 мкА-4.525 мА	0.21 + 0.6 мкА	4.0
10-1 кГц	4.508 мА - 45.08 мА	4.525 мА-45.25 мА	0.21 + 6.4 мкА	4.0
10-1 кГц	45.08 мА - 450.8 мА	45.25 мА-452.5 мА	0.24 + 64 мкА	4.0
10-100	0.4508 А - 3.200 А	0.4525 А-3.212 А	0.30 + 960 мкА	2.2
10-100	3.200 А - 18.00 А*	3.212 А-18.07 А	0.4 + 13.8 мА	2.2 ♦
10-65	4.508 А - 32.00 А ♡	4.525 А-32.12 А	1.0 + 16.8 мА	2.2
10-65	32.00 А - 180.0 А* ♡	32.12 А-180.7 А	1.2 + 162 мА	2.2 ♦
10-65	22.54 А - 160.0 А ♣	22.63 А-160.6 А	1.0 + 84 мА	2.2
10-65	160.0 А - 900.0 А* ♣	160.6 А-903.5 А	1.2 + 0.82 А	2.2 ♦

### Соотношения и коэффициенты, основанные на параметрах прямоугольного сигнала

Пиковое:	1.0000
Пик - пик:	2.0000
Среднеквадратическое (RMS):	0.9962
Среднее:	0.9958
Коэффициент амплитуды:	1.0038
Коэффициент формы:	1.0004

\* = При включенном выходе ('ON'), максимальная скважность (>0.525FS : ≤0.525FS) равна (1 : 4).  
Непрерывный выход >0.525FS будет автоматически уменьшен до <0.525FS после 2 минут.

† = Полная погрешность включает ошибку согласования для напряжения ≤ 0.5 В RMS.

Выше 0.5 В, добавьте соответствующую ошибку согласования, за исключением выходов, отмеченных ♡ и ♣.

♡ = Относится к погрешности на клеммах 9100. При подсоединенной 10-ти витковой катушке (опция 200), на выходе катушки добавить ±0.2% от выходного значения катушки для погрешности катушки.

♣ = Относится к погрешности на клеммах 9100. При подсоединенной 50-ти витковой катушке (опция 200), на выходе катушки добавить ±0.2% от выходного значения катушки для погрешности катушки.

♦ = Для частот <40Hz, согласующее напряжение уменьшается на 0.5 В RMS.

## 7.6.6 Погрешность для переменного тока (импульсный сигнал)

Полоса частот <sup>[2]</sup> (Гц)	Диапазон выходных токов		Погрешность † ± (% выхода + пост.) 1 год — Tcal <sup>[1]</sup> ± 5°C	Напряжение согласования (В RMS)
	RMS	Пиковая величина		
10-1 кГц	0 мкА-23.79 мкА	0-45.25 мкА	0.42 + 2.7 мкА	3.0
10-1 кГц	23.79 мкА - 2.379 мкА	45.25 мкА - 4.525 мА	0.42 + 0.9 мкА	3.0
10-1 кГц	2.379 мА-23.79 мА	4.525 мА-45.25 мА	0.42 + 9.6 мкА	3.0
10-1 кГц	23.79 мА-237.9 мА	45.25 мА-452.5 мА	0.48 + 96 мкА	3.0
10-100	0.2379 А-2.379 А	0.4525 А-4.525 А	0.60 + 1.44 мА	1.8
10-100	2.379 А-15.00 А*	4.525 А-28.53 А	0.80 + 20.7 мА	1.8 ♦
10-65	2.379 А-23.79 А ♡	4.525 А-45.25 А	0.80 + 25.2 мА	1.8
10-65	23.79 А-150.0 А* ♡	45.25 А-285.3 А	1.20 + 243 мА	1.8 ♦
10-65	11.90 А-118.9 А ♣	22.63 А-226.3 А	0.80 + 126 мА	1.8
10-65	118.9 А-750.0 А* ♣	226.3 А-1426 А	1.20 + 1.23 А	1.8 ♦

### Соотношения и коэффициенты, основанные на параметрах импульсного сигнала

Пиковое:	1.0000
Пик - пик:	2.0000
RMS:	0.5270
Среднее:	0.3333
Коэффициент амплитуды:	1.8974
Коэффициент формы:	1.5811

\* = При включенном выходе ('ON'), максимальная скважность (>0.525FS : ≤0.525FS) равна (1 : 4).

Непрерывный выход >0.525FS будет автоматически уменьшен до <0.525FS после 2 минут.

† = Полная погрешность включает ошибку согласования для напряжения ≤ 0.5 В RMS.

Выше 0.5 В, добавьте соответствующую ошибку согласования, за исключением выходов, отмеченных ♡ и ♣.

♡ = Относится к погрешности на клеммах 9100. При подсоединенной 10 витковой катушке (опция 200) на выходе катушки добавить ±0.2% от выходного значения катушки для погрешности катушки.

♣ = Относится к погрешности на клеммах 9100. С 50 витковой катушкой (опция 200) на выходе катушки добавить ±0.2% от выходного значения катушки для погрешности катушки

♦ = Для частот <40Hz, согласующее напряжение уменьшается на 0.5 В RMS.

## 7.6 Спецификации для переменного тока (Продолжение)

### 7.6.7 Погрешность для переменного тока (треугольный сигнал)

Полоса частот [2] (Гц)	Диапазон выходных токов		Погрешность † ± (% выхода + пост.) 1 год — Tcal [1] ± 5°C	Напряжение согласования (В RMS)
	RMS	Пиковая величина		
10-1 кГц	0 мкА-26.12 мкА	0 мкА -45.25 мкА	0.21 + 1.8 мкА	3.2
10-1 кГц	26.12 мкА -2.612 мА	45.25 мкА -4.525 мА	0.21 + 0.6 мкА	3.2
10-1 кГц	2.612 мА -26.12 мА	4.525 мА-45.25 мА	0.21 + 6.4 мкА	3.2
10-1 кГц	26.12 мА -261.2 мА	45.25 мА-452.5 мА	0.24 + 64 мкА	3.2
10-100	0.2612 А -2.612 А	0.4525 А-4.525 А	0.30 + 960 мкА	2.0
10-100	2.612 А -16.30 А*	4.525 А-28.23 А	0.40 + 13.8 мА	2.0 ♦
10-65	2.612 А -26.12 А ♥	4.525 А-45.25 А	0.40 + 16.8 мА	2.0
10-65	26.12 А -163.0 А*♥	45.25 А-282.3 А	0.60 + 162 мА	2.0 ♦
10-65	13.06 А -130.6 А ♣	22.62 А-226.2 А	0.40 + 84 мА	2.0
10-65	130.6 А -815.0 А*♣	226.2 А-1411 А	0.60 + 0.82 А	2.0 ♦

\* = При включенном выходе ('ON'), максимальная скважность (>0.525FS : ≤0.525FS) равна (1 : 4).

Непрерывный выход >0.525FS будет автоматически уменьшен до <0.525FS после 2 минут.

† = Полная погрешность включает ошибку согласования для напряжения ≤ 0.5 В RMS.

Выше 0.5 В, добавьте соответствующую ошибку согласования, за исключением выходов, отмеченных ♥ и ♣.

♥ = Относится к погрешности на клеммах 9100. При подсоединенной 10 витковой катушке (опция 200) на выходах катушки добавить ±0.2% от выходного значения катушки для погрешности катушки.

♣ = Относится к погрешности на клеммах 9100. С 50 витковой катушкой (опция 200) на выходах катушки добавить ±0.2% от выходного значения катушки для погрешности катушки.

♦ = Для частот <40Hz, согласующее напряжение уменьшается на 0.5 В RMS.

#### Соотношения и коэффициенты основанные на параметрах треугольного сигнала

Пиковое: 1.0000  
Пик - пик: 2.0000  
RMS: 0.5774  
Среднее: 0.5000  
Коэффициент амплитуды: 1.7321  
Коэффициент формы: 1.1547

### 7.6.8 Погрешность для переменного тока (трапецидальный сигнал)

Полоса частот [2] (Гц)	Диапазон выходных токов		Погрешность † ± (% выхода + пост.) 1 год — Tcal [1] ± 5°C	Напряжение согласования (В RMS)
	RMS	Пиковая величина		
10-1 кГц	0 мкА -39.91 мкА	0V-45.25 мкА	0.21 + 1.8 мкА	4.0
10-1 кГц	39.91 мкА -3.991 мА	45.25 мкА -4.525 мА	0.21 + 0.6 мкА	4.0
10-1 кГц	3.991 мА-39.91 мА	4.525 мА-45.25 мА	0.21 + 6.4 мкА	4.0
10-1 кГц	39.91 мА-399.1 мА	45.25 мА-452.5 мА	0.24 + 64 мкА	4.0
10-100	0.3991 А-3.200 А	0.4525 А-3.628 А	0.30 + 960 мкА	2.3
10-100	3.200 А-19.20 А*	3.628 А-21.77 А	0.40 + 13.8 мА	2.3 ♦
10-65	3.991 А-32.00 А ♥	4.525 А-36.28 А	0.40 + 16.8 мА	2.3
10-65	32.00 А-192.0 А*♥	36.28 А-217.7 А	0.60 + 162 мА	2.3 ♦
10-65	19.95 А-160.0 А ♣	22.62 А-181.4 А	0.40 + 84 мА	2.3
10-65	160.0 А-960.0 А*♣	181.4 А-1088 А	0.60 + 0.82 А	2.3 ♦

\* = При включенном выходе ('ON'), максимальная скважность (>0.525FS : ≤0.525FS) равна (1 : 4).

Непрерывный выход >0.525FS будет автоматически уменьшен до <0.525FS после 2 минут.

† = Полная погрешность включает ошибку согласования для напряжения ≤ 0.5 В RMS.

Выше 0.5 В, добавьте соответствующую ошибку согласования, за исключением выходов, отмеченных ♥ и ♣.

♥ = Относится к погрешности на клеммах 9100. При подсоединенной 10 витковой катушке (опция 200) на выходах катушки добавить ±0.2% от выходного значения катушки для погрешности катушки.

♣ = Относится к погрешности на клеммах 9100. С 50 витковой катушкой (опция 200) на выходах катушки добавить ±0.2% от выходного значения катушки для погрешности катушки.

♦ = Для частот <40Hz, согласующее напряжение уменьшается на 0.5 В RMS.

#### Соотношения и коэффициенты основанные на параметрах трапецидального сигнала

Пиковое: 1.0000  
Пик - пик: 2.0000  
RMS: 0.8819  
Среднее: 0.8333  
Коэффициент амплитуды: 1.3390  
Коэффициент формы: 1.0583

### 7.6.9. Гармонический анализ формы сигнала

(Пиковые значения как процент от пиковых величин основной частоты)

Гармоника	Прямоугольный	Импульсный	Треугольный	Трапецидальный
1	100.00	100.00	100.00	100.00
3	-33.32	60.71	11.11	-22.22
5	19.98	14.93	4.000	4.000
7	-14.25	-7.616	2.041	2.041
9	11.07	-6.746	1.235	-2.469
11	-9.040	-0.826	0.826	0.826
13	7.626	-0.592	0.592	0.592
15	-6.590	-2.428	0.444	-0.889
17	5.795	-1.291	0.346	0.346
19	-5.165	1.034	0.277	0.277
21	4.654	1.239	0.227	-0.454
23	-4.230	0.189	0.189	0.189
25	3.872	0.160	0.160	0.160
27	-3.565	0.750	0.137	-0.274
29	3.300	0.444	0.119	0.119
31	-3.068	-0.388	0.104	0.104
33	2.862	-0.502	0.092	-0.184
35	-2.679	-0.082	0.082	0.082
37	2.515	-0.073	0.073	0.073
39	-2.368	-0.359	0.066	-0.131
41	2.230	-0.222	0.060	0.060

### 7.6.10. Другие спецификации для переменного тока

<b>Время установления:</b>	В пределах 10% погрешности: 0.08 с
<b>Максимальная индуктивность клемм:</b>	0 - 3.2 мА: 50 мкГн 3.2 мА – 320 мА: 30 мкГн 320 мА - 3.2 А: 18 мкГн 3.2 А - 10.5 А: 5.5 мкГн 10.5 А – 20 А: 2.5 мкГн 3.2 А – 1000 А: 700 мкГн
(с выбранным выходом 10 витковой или 50 витковой катушки):	

**Замечания:** [1] Tcal = температуре калибровки. Температура калибровки на заводе изготовителе = 23°C.  
[2] Погрешность частоты: 25 ppm от выходной частоты.

## 7. Спецификации функции сопротивления

### 7.7.1. Разрешение и погрешность для функции сопротивления

Выходное сопротивление	Погрешность			Абсолютное разрешение
	(Источник UUTi Low) ±(% выхода + пост.) 1 год — Tcal ±5°C [1]	(Источник UUTi High) ±(% выхода + пост.) 1 год — Tcal ±5°C [1]	(Источник UUTi Super) ±(% выхода + пост.) 1 год — Tcal ±5°C [1]	
00.0000 Ом до 40.0000 Ом	0.025 + 10.0 мОм	0.050 + 20.0 мОм	0.100 + 50.0 мОм	0.1 мОм
040.001 Ом до 400.000 Ом	0.020 + 20.0 мОм *	0.015 + 20.0 мОм	0.035 + 100 мОм	1 мОм
0.40001 кОм до 4.00000 кОм	0.015 + 80.0 мОм	0.015 + 80.0 мОм	0.035 + 200 мОм	10 мОм
04.0001 кОм до 40.0000 кОм	0.020 + 800 мОм	0.015 + 800 мОм	0.025 + 2.0 Ом	100 мОм
040.001 кОм до 400.000 кОм	0.020 + 8.0 Ом	0.018 + 8.0 Ом	0.025 + 20 Ом	1 Ом
0.40001 МОм до 4.00000 МОм	0.050 + 100 Ом	0.020 + 100 Ом	0.040 + 200 Ом	10 Ом
04.0001 МОм до 40.0000 МОм	0.150 + 2.0 кОм	0.050 + 2.0 кОм	0.050 + 2.0 кОм	100 Ом
040.001 МОм до 400.000 МОм	0.260 + 40.0 кОм	0.060 + 40.0 кОм		1 кОм

\* = Справедливо для UUTi ≥ 200 мкА.

Ниже 200 мкА: новая постоянная = (200 мкА + действ. UUTi) x 20 мОм

### 7.7.3. Источник тока — пределы

Пределы аппаратной конфигурации в диапазоне выходного сопротивления	Пределы источника тока		
	UUTi Low	UUTi High	UUTi Super
00.0000 Ом до 40.0000 Ом	250 мкА до 3.5 мА	2.5 мА до 35 мА	25 мА до 350 мА
040.001 Ом до 400.000 Ом	25 мкА до 320 мкА	250 мкА до 3.5 мА	2.5 мА до 35 мА
0.40001 кОм до 4.00000 кОм	25 мкА до 320 мкА	250 мкА до 3.5 мА	2.5 мА до 35 мА
04.0001 кОм до 40.0000 кОм	2.5 мкА до 32 мкА	25 мкА до 350 мкА	250 мкА до 3.5 мА
040.001 кОм до 400.000 кОм	250 нА до 3.2 мкА	2.5 мкА до 35 мкА	25 мкА до 350 мкА
0.40001 МОм до 4.00000 МОм	25 нА до 320 нА	250 нА до 3.5 мкА	2.5 мкА до 35 мкА
04.0001 МОм до 40.0000 МОм	8 нА до 32 нА	25 нА до 350 нА	250 нА до 3.5 мкА
040.001 МОм до 400.000 МОм	4 нА до 32 нА	25 нА до 200 нА	N/A

### 7.7.4. Другие спецификации функции сопротивления

<b>Максимальное измерительное напряжение:</b>	10 В; I measure x R actual: ≤10 В
<b>Время установления:</b>	В пределах 10% погрешности: 0 – 40 кОм: <0.08 с 40 кОм -4 МОм: <0.3s 4 МОм -400 МОм : <1s
<b>4-проводная компенсация:</b>	Макс. полное сопротивление проводов: 50Ω Номинальный учет сопротивления проводов: 10000:1

**Замечание:** [1] Tcal = температуре калибровки. Температура калибровки на заводе изготовителе = 23°C.

## 7.8. Спецификации функции проводимости

### 7.8.1. Погрешность функции проводимости

Выход проводимости	Погрешность ±(% выхода) 1 год — Tcal ±5°C [1]	
	UUTi Low & High	UUTi Super
2.5 нС - 25.0 нС	0.40	N/A
25.0 нС - 250.0 нС	0.20	0.45
250.0 нС - 2.5 мкС	0.12	0.27
2.5 мкС - 25.0 мкС	0.05	0.12
25.0 мкС - 250.0 мкС	0.05	0.12
250.0 мкС - 2.5 мС	0.04	0.09

### 7.8.2. Зависимость диапазонов проводимости от разрешения

Абсолютное разрешение	Диапазон величин
0.1 пС	02.5000 нС до 25.0000 нС
1 пС	002.500 нС до 250.000 нС
10 пС	0.00250 мкС до 2.50000 мкС
100 пС	00.0025 мкС до 25.0000 мкС
1 нС	000.002 мкС до 250.000 мкС
10 нС	0.00001 мС до 2.50000 мС

### 7.8.3. Источник тока — пределы

Пределы аппаратной конфигурации в диапазоне выходной проводимости	Пределы источника тока		
	UUTi Low	UUTi High	UUTi Super
02.5000 нС до 25.0000 нС	4 нА до 32 нА	2.5 нА до 200 нА	N/A
025.001 нС до 250.000 нС	8 нА до 32 нА	25 нА до 350 нА	250 нА до 3.5 мА
0.25001 мкС до 2.50000 мкС	25 нА до 320 нА	250 нА до 3.5 мкА	2.5 мкА до 35 мкА
02.5001 мкС до 25.0000 мкС	250 нА до 3.2 мкА	2.5 мкА до 35 мкА	25 мкА до 350 мкА
025.001 мкС до 250.000 мкС	2.5 мкА до 32 мкА	25 мкА до 350 мкА	250 мкА до 3.5 мА
0.25001 мС до 2.50000 мС	25 мкА до 320 мкА	250 мкА до 3.5 мА	2.5 А до 35 мА

### 7.8.4. Другие спецификации функции проводимости

Максимальное измерительное напряжение:	10 В; $I_{\text{measure}} / U_{\text{actual}} : \leq 10$ В
Время установления:	В пределах 10% погрешности: 2.5 нС – 250 нС: <1 с 250 нС – 25 мкС: <0.3 с 25 мкС - 2.5 мС: <0.08 с
4-проводная компенсация:	Макс. полное сопротивление проводов: 50Ω Номинальный учет сопротивления проводов: 10000:1

Замечание: [1] Tcal = температуре калибровки. Температура калибровки на заводе изготовителе = 23°C.

## 7.9. Спецификации функции частоты

### 7.9.1. Погрешность функции частоты

Выход частоты	Погрешность ±(ppm от выходной частоты) 1 год — Tcal ±5°C <sup>[1]</sup> Стандартная конфигурация	Погрешность ±(ppm от выходной частоты) 5 лет — Tcal ±5°C <sup>[1]</sup> Опция 100
0.5 Гц - 10.0 МГц	25.0	0.25

### 7.9.2 Верхний и нижний пределы напряжения и погрешность напряжения

Диапазон частот	Выходное напряжение Vo	Погрешность (± В) 1 год — Tcal ±5°C <sup>[1]</sup>
0.5 Гц до 2 МГц	Vo ≤ 6 В пик	0.06 В †
2 МГц до 10 МГц	Vo ≤ 6 В пик	1.0 В
0.5 Гц до 1 кГц	6 В пик < Vo ≤ 30 В пик	0.3 В

† = После первых 150 нс.

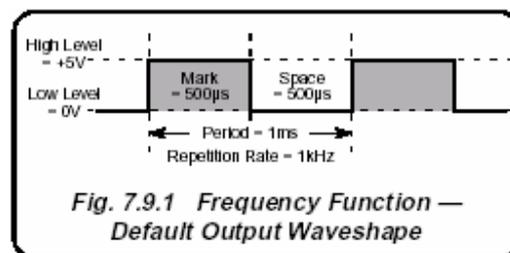


Fig. 7.9.1 Frequency Function — Default Output Waveshape  
Рис. 7.9.1. Функция частоты – форма сигнала по умолчанию

### 7.9.3. Зависимость частотного диапазона от разрешения

Абсолютное разрешение	Диапазон частот	Выходное напряжение	
		≤6 В пик	>6 В пик
1 МГц	000.500 Гц до 320.000 Гц	*	*
10 мГц	0.00050 кГц до 1.00000 кГц	*	*
10 мГц	1.00001 кГц до 3.20000 кГц	*	
100 мГц	00.0005 кГц до 32.0000 кГц	*	
1 Гц	000.001 кГц до 320.000 кГц	*	
10 Гц	0.00001 МГц до 3.20000 МГц	*	
100 Гц	00.0001 МГц до 10.0000 МГц	*	

\* = Пиковые выходы определены на установившихся уровнях.

### 7.9.4. Время нарастания (Определено на нагрузках RL > 100 кОм параллельно с емкостью CL ≤ 100 пФ)

Для сигналов ≤ 6 В пик: <40 нс.

Для сигналов > 6 В пик: <1.5 мкс.

**Замечание:** [1] Tcal = температуре калибровки. Температура калибровки на заводе изготовителе = 23°C.

## 7.10. Спецификации функции Mark/Period (Длительность/Период)

### 7.10.1. Погрешность интервалов длительности и периода импульса

Напряжение выхода	Интервал	Погрешность ±(ppm от выхода + пост.) 1 год — Tcal ±5°C [1]	Опция 100 - Погрешность ±(ppm от выхода + пост.) 5 лет — Tcal ±5°C [1]
Vo ≤ 6 В пик	Длительность импульса: 0.30 мкс до 1999.99 мс	25 + 10 нс	0.25 + 10 нс
	Период повторения: 0.6 мкс до 2000 мс	25	0.25
6 В пик < Vo ≤ 30 В пик	Длительность импульса: 10 мкс до 1999.99 мс	25 + 200 нс	0.25 + 200 нс
	Период повторения: 1 мс до 2000 мс	25	0.25

### 7.10.2. Верхний и нижний пределы напряжения и погрешность напряжения

Выходное напряжение Vo	Погрешность (± В) 1 год — Tcal ±5°C [1]
Vo ≤ 6 В пик	0.06 В †
6 В пик < Vo ≤ 30 В пик	0.3 В

† = После первых 150 нс.

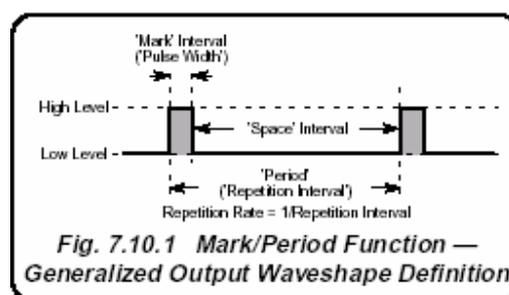


Рис. 7.10.1. Функция длительности/периода – общие определения формы выходного сигнала

### 7.10.3. Зависимость диапазонов интервалов длительности импульса от временного разрешения

Абсолютное разрешение	≤ 6 В пик	> 6 В пик
100 нс	000.3 мкс до 999.9 мкс*	010.00 мкс до 990.0 мкс**
100 нс	00.0003 мс до 99.9999 мс*	00.0100 мс до 99.9999 мс**
1 мкс	000.001 мс до 999.999 мс	000.010 мс до 999.999 мс**
10 мкс	0000.01 мс до 1999.99 мс	0000.01 мс до 1999.99 мс

\* = Максимальная длительность импульса должна быть по крайней мере на 0.3 мкс меньше периода повторения.

\*\* = Максимальная длительность импульса должна быть по крайней мере на 10 мкс меньше периода повторения.

### 7.10.4. Зависимость диапазонов интервалов периода от временного разрешения

Абсолютное разрешение	≤ 6 В пик	> 6 В пик
100 нс	000.6 мкс до 999.9 мкс	
100 нс	00.0006 мс до 99.9999 мс	01.0000 мс до 99.9999 мс
1 мкс	000.001 мс до 999.999 мс	001.000 мс до 999.999 мс
10 мкс	0000.01 мс до 2000.00 мс	0001.00 мс до 2000.00 мс

### 7.10.5. Время нарастания (Определено на нагрузках RL > 100 кОм параллельно с емкостью CL ≤ 100 пФ)

Для сигналов ≤ 6 В пик: <40 нс.

Для сигналов > 6 В пик: <1.5 мкс.

**Замечание:** [1] Tcal = температуре калибровки. Температура калибровки на заводе изготовителе = 23°C.

## 7.11. Спецификации функции скважности (% Duty Cycle)

### 7.11.1. Введение

Скважность - относительная величина, которая описывает отношение длительности импульса к периоду повторения для импульсного сигнала. В 9100 скважность выражается в процентах. Величины длительности и периода изменяются с частотой, при поддержании того же самого процентного отношения. Аппаратные ограничения ведут к ограничению процента скважности только когда длительность импульса и период повторения достигают их индивидуальных пределов на специфических частотах. Это означает, что любая спецификация погрешности должна быть выражена в терминах составляющих временных интервалов.

### 7.11.2. Величина '% Duty' : пределы установки

$$00.05\% \leq \% \text{ Duty} \leq 99.95\%$$

### 7.11.3. Погрешность интервала периода повторения

Выходное напряжение	Интервал	Погрешность ±(ppm от выхода) 1 год — Tcal ±5°C [1]	Опция 100 - Погрешность ±(ppm от выхода) 5 лет — Tcal ±5°C [1]
Vo ≤ 6 в пик	100 мкс до 2000 мс	25	0.25
6 В пик < Vo ≤ 30 В пик	1 мс до 2000 мс	25	0.25

### 7.11.4. Погрешность скважности

Выходное напряжение	Полная погрешность 1 год — Tcal ±5°C [1]
Vo ≤ 6 В пик	35 нс
6 В пик < Vo ≤ 30 В пик ‡	225 нс

‡ = Минимальная длительность или интервал между импульсами: 10 мкс.

### 7.11.5. Верхний и нижний пределы напряжения и погрешность напряжения

Напряжение выхода Vo	Погрешность (± В) 1 год — Tcal ±5°C [1]
Vo ≤ 6Vpk	0.06V †
6Vpk < Vo ≤ 30Vpk	0.3V

† = После первых 150 нс.

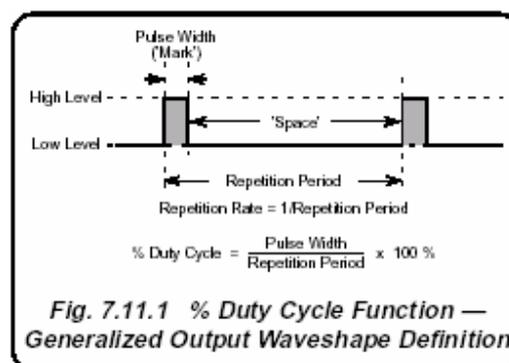


Рис. 7.11.1. Функция скважности – общее определение формы выходного сигнала

**Замечание:** [1] Tcal = температуре калибровки. Температура калибровки на заводе изготовителе = 23°C.

---

## 7.11. Спецификации функции скважности ( % Duty Cycle) (Продолжение)

### 7.11.6. Зависимость диапазонов периода повторения от разрешения

Абсолютное разрешение	≤6 В пик	>6 В пик
100 нс	100.0 мкс до 999.9 мкс	
100 нс	00.1000 мс до 99.9999 мс	01.0000 мс до 99.9999 мс
1 мкс	000.001 мс до 999.999 мс	001.000 мс до 999.999 мс
10 мкс	0000.01 мс до 2000.00 мс	0001.00 мс до 2000.00 мс

### 7.11.7. Времена нарастания (Определено на нагрузках $R_L > 100$ кОм параллельно с емкостью $C_L \leq 100$ пФ)

Для сигналов ≤ 6 В пик: <40 нс.

Для сигналов > 6 В пик: <1.5 мкс.

---

## 7.12. Дополнительные функции — спецификации

Функции, перечисленные ниже, описаны как «Auxiliary Functions - дополнительные функции», потому что они не имеют собственных индивидуальных кнопок на лицевой панели, но доступны через кнопку лицевой панели «Aux», с выбором на экране из меню «Auxiliary Functions».

Их спецификации находятся в следующих подразделах:

- 7.13 ..... Спецификации функции емкости
- 7.14 ..... Спецификации функции температуры (термопары)
- 7.15 ..... Спецификации функции температуры (RTD)
- 7.16 ..... Спецификации функции «Logic Pulses - логических импульсов»
- 7.17 ..... Спецификации функции «Logic Levels – логических уровней»

## 7.13. Спецификации функции емкости

### 7.13.1. Погрешность емкости

Выходная емкость	Погрешность *				Абсолютное разрешение
	Источник UUTi Low ±(% выхода + пост.) 1 год — Tcal±5°C [1]		Источник UUTi Super ±(% выхода + пост.) 1 год — Tcal ±5°C [1]		
	Измерительная частота повторения ≤ 350 Гц	Измерительная частота повторения 350 Гц до 1.5 кГц	Измерительная частота повторения ≤ 350 Гц	Измерительная частота повторения 350 Гц до 1.5 кГц	
0.5000 нФ до 4.0000 нФ	0.3 + 15 пФ	0.6 + 30.0 пФ	-	-	0.1 пФ
4.0001 нФ до 40.000 нФ	0.3 + 30 пФ	0.6 + 60.0 пФ	-	-	1 пФ
40.001 нФ до 400.00 нФ	0.3 + 160 пФ	0.6 + 320 пФ	-	-	10 пФ
400.01 нФ до 4.0000 мкФ	0.4 + 1.6 нФ	0.8 + 3.2 нФ	-	-	100 пФ
4.0001 мкФ до 40.000 мкФ	0.5 + 16.0 нФ	1.0 + 32.0 нФ	-	-	1 нФ
40.001 мкФ до 400.00 мкФ	0.5 + 160 нФ	1.0 + 320 нФ	0.75 + 160 нФ	1.0 + 320 нФ	10 нФ
400.01 мкФ до 4.0000 мФ	0.5 + 1.6 мкФ	1.0 + 3.2 мкФ	0.75 + 1.6 мкФ	1.0 + 3.2 мкФ	100 нФ
4.0001 мФ до 40.000 мФ	1.0 + 60 мкФ	2.0 + 120 мкФ	1.0 + 60 мкФ	2.0 + 120 мкФ	1 мкФ

\* = Спецификации погрешности применимы как к выходным клеммам 9100, так и к выходным проводам комплекта проводов 9105.

### 7.13.2 Измерения и ток разряда

Выходная емкость	Источник UUTi Low		Источник UUTi Super	
	Диапазон измерительного тока	Максимальный ток разряда	Диапазон измерительного тока	Максимальный ток разряда
0.5000 нФ до 4.0000 нФ	0.02 мкА до 500 мкА	1мА		
4.0001 нФ до 40.000 нФ	0.02 мкА до 500 мкА	5мА		
40.001 нФ до 400.00 нФ	0.04 мкА до 1мА	10мА		
400.01 нФ до 4.0000 мкФ	0.5 мкА до 1мА	10мА		
4.0001 мкФ до 40.000 мкФ	5 мкА до 3мА	10мА		
40.001 мкФ до 400.00 мкФ	5 мкА до 3мА	10мА	50 мкА до 30мА	100мА
400.01 мкФ до 4.0000 мФ	5 мкА до 3мА	10мА	50 мкА до 30мА	100мА
4.0001 мФ до 40.000 мФ	5 мкА до 3мА	10мА	50 мкА до 30мА	100мА

### 7.13.3. Другие спецификации функции емкости

Максимальное измерительное напряжение:	±3.5 В (исключая диапазон 40 мкФ, который ограничен ±2.5 В).
Время установления:	В пределах 10% погрешности: <0.08 с
4-проводная компенсация:	Максимальное полное сопротивление проводов: 10 Ом

**Замечание:** [1] Tcal = температуре калибровки. Температура калибровки на заводе изготовителе = 23°C.

## 7.14. Спецификации температуры (термопары)

### 7.14.1. Погрешность температуры (Температурные шкалы выбираются между IPTS-68 и ITS-90)

Тип термопары	Температурный выход (Показано экранное разрешение)	Погрешность * † ‡ (±°C) 1 год — Tcal ±5°C [1]
B	+0500.0°C - +0800.0°C	0.55
	+0800.0°C - +1000.0°C	0.41
	+1000.0°C - +1400.0°C	0.34
	+1400.0°C - +1820.0°C	0.37
C	0000.0°C - +0600.0°C	0.29
	+0600.0°C - +1000.0°C	0.27
	+1000.0°C - +1800.0°C	0.40
	+1800.0°C - +2320.0°C	0.41
E	-0250.0°C - -0200.0°C	0.45
	-0200.0°C - -0100.0°C	0.22
	-0100.0°C - +0100.0°C	0.17
	+0100.0°C - +1000.0°C	0.21
J	-0210.0°C - -0100.0°C	0.25
	-0100.0°C - +0800.0°C	0.19
	+0800.0°C - +1000.0°C	0.21
	+1000.0°C - +1200.0°C	0.23
K	-0250.0°C - -0200.0°C	0.57
	-0200.0°C - -0100.0°C	0.27
	-0100.0°C - +0100.0°C	0.19
	+0100.0°C - +0600.0°C	0.23
	+0600.0°C - +1372.0°C	0.27
L	-0200.0°C - -0050.0°C	0.26
	-0050.0°C - +0200.0°C	0.18
	+0200.0°C - +0700.0°C	0.20
	+0700.0°C - +0900.0°C	0.23
N	-0200.0°C - -0100.0°C	0.33
	-0100.0°C - +0900.0°C	0.23
	+0900.0°C - +1100.0°C	0.22
	+1100.0°C - +1300.0°C	0.24
R ♦	0000.0°C - +0100.0°C	0.52
	+0100.0°C - +0200.0°C	0.40
	+0200.0°C - +1600.0°C	0.35
	+1600.0°C - +1767.0°C	0.28
S ♦	0000.0°C - +0200.0°C	0.49
	+0200.0°C - +1000.0°C	0.37
	+1000.0°C - +1400.0°C	0.35
	+1400.0°C - +1767.0°C	0.36
T	-0250.0°C - -0200.0°C	0.59
	-0200.0°C - -0100.0°C	0.27
	-0100.0°C - 0000.0°C	0.22
	0000.0°C - +0400.0°C	0.17

Замечание: [1] Tcal = температуре калибровки. Температура калибровки на заводе изготовителе = 23°C.

**Замечание:** Для вычисления погрешности калибратора 9100 в °F (Fahrenheit) или K (Kelvin) выполните следующее:-

- Преобразуйте температуру, выраженную в °F или K, к температуре в °C используя одно из следующих выражений:  
 $^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273$   
 $^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \times 5/9$
- Определите погрешность калибратора 9100 ( $\pm$ °C) при данной температуре в °C из таблицы погрешности.
- Преобразуйте обратно  $\Delta^{\circ}\text{C}$  в  $\Delta^{\circ}\text{F}$  или  $\Delta^{\circ}\text{K}$  используя одно из следующих выражений:  
 $\Delta^{\circ}\text{K} = \Delta^{\circ}\text{C}$   
 $\Delta^{\circ}\text{F} = \Delta^{\circ}\text{C} \times 9/5$

#### Пример:

Чтобы вычислить погрешность в °F ( $\Delta^{\circ}\text{F}$ ) для выхода термопары K-типа при температуре 1994°F

- $^{\circ}\text{C} = (1994 - 32) \times 5/9 = 1090^{\circ}\text{C}$
- $\Delta^{\circ}\text{C}$  при температуре 1090°C =  $\pm 0.27^{\circ}\text{C}$
- $\Delta^{\circ}\text{F} = 0.27 \times 9/5 = \pm 0.486^{\circ}\text{F}$

### 7.14.2. Другие спецификации выхода температуры (термопары)

Время установления:	В пределах 10% погрешности: 0.08 с
Влияние нагрузки:	(200/R <sub>LOAD</sub> ) % от выхода
Максимальная емкость:	1000 пФ

\* = Данные погрешности включают ошибку холодного спая (CJC).  
† = Компенсированный выход, определенный из предустановленных таблиц основан на:  
IPTS-68 образцовой таблице NIST Monograph 125 для термопар типов: B, E, J, K, R, S и T.  
ITS-90 образцовой таблице NIST Monograph 175 для термопар типов: B, E, J, K, N, R, S и T.  
IPTS-68 образцовой таблице DIN 43710 для термопары типа L.  
ITS-90 образцовой таблице DIN 43710 для термопары типа L.  
‡ = Для нагрузок <1 МОм добавьте ошибку влияния нагрузки.  
♦ = Типы R и S отрегулированы для температур выше 1700°C в соответствии с IPTS-68 как указано в NIST монографии 175.

## 7.15. Спецификации температуры (термометры сопротивления – RTD)

### 7.15.1. Температурная погрешность RTD\*

Для вычисления погрешности в °F (Fahrenheit) и K (Kelvin), обратитесь к замечанию в подразделе 7.14 (Спецификации термопар).

Температурный выход	Погрешность * : ±(% выхода + пост.) 1 год — Tcal ±5°C <sup>[1]</sup>		
	Сопротивление при 0°C = 10 Ом – 60 Ом	Сопротивление при 0°C = 60 Ом – 1 кОм	Сопротивление при 0°C = 1 кОм – 2 кОм
-200°C до -100°C	0.00 + 0.225°C	0.00 + 0.15°C	0.00 + 0.12°C
-100°C до +100°C	0.00 + 0.15°C	0.00 + 0.10°C	0.00 + 0.08°C
+100°C до +630°C	0.00 + 0.30°C	0.00 + 0.20°C	0.00 + 0.16°C
+630°C до +850°C	0.00 + 0.45°C	0.00 + 0.30°C	0.00 + 0.24°C

\* = Приведенная погрешность применима к выходу температуры от сопротивления для кривых RT385 или RT392, в соответствии с температурными шкалами IPTS-68 или ITS-90 по выбору пользователя:

RT385, IPTS-68 согласно IEC751.

RT392, IPTS-68 согласно SAMA.

RT385, ITS-90 согласно IEC751 дополнение 2.

RT392, ITS-90 согласно NIST монографии 175, поправки (90-68).

### 7.15.2. Диапазоны UUT источника токов

Пределы аппаратной конфигурации на диапазоне выходного сопротивления	Пределы источника тока		
	UUTi Low	UUTi High	UUTi Super
00.0000 Ом до 40.0000 Ом	250 мкА до 3.5 мА	2.5 мА до 35 мА	25 мА до 350 мА
040.001 Ом до 400.000 Ом	25 мкА до 320 мкА	250 мкА до 3.5 мА	2.5 мА до 35 мА
0.40001 кОм до 4.00000 кОм	25 мкА до 320 мкА	250 мкА до 3.5 мА	2.5 мА до 35 мА
04.0001 кОм до 10.0000 кОм †	2.5 мкА до 32 мкА	25 мкА до 350 мкА	250 мкА до 3.5 мА

† = Данный диапазон сопротивления используется при росте номинальной рабочей точки детектора для получения величин сопротивления выше 4 кОм для некоторых температурных измерений.

### 7.15.3. Другие спецификации температуры (RTD)

Максимальное измерительное напряжение:	10 В; I <sub>measure</sub> x R <sub>actual</sub> :	≤10 В
Время установления:	В пределах 10% от погрешности:	<0.08s
4-проводная компенсация:	Максимальное полное сопротивление проводов:	50Ω
	Номинальный учет сопротивления проводов:	10000:1

**Замечание:** [1] Tcal = температуре калибровки. Температура калибровки на заводе изготовителе = 23°C.

## 7.16. Спецификации функции логических импульсов (Logic-Pulses)

### 7.16.1. Погрешность периода повторения и длительности импульса

Интервал	Погрешность ±(ppm от выхода + пост.) 1 год — Tcal ±5°C [1]	Опция 100 – погрешность ±(ppm от выхода + пост.) 5 лет — Tcal ±5°C [1]
Длительность импульса: 0.30 мкс до 1999.99 мс	25 + 10.0 нс	0.25 + 10.0 нс
Период повторения: 0.6 мкс до 2000.00 мс	25	0.25

### 7.16.2. Напряжение и фиксированные уровни Высокий/Низкий — погрешность

Логический сигнал	Уровень сигнала	Напряжение	Погрешность (± В) 1 год — Tcal ±5°C [1]
TTL	Высокий	+5.00 В	0.06
	Низкий	0.00 В	0.06
CMOS	Высокий	+5.00 В	0.06
	Низкий	0.00 В	0.06
ECL	Высокий	-0.90 В	0.06
	Низкий	-1.75 В	0.06

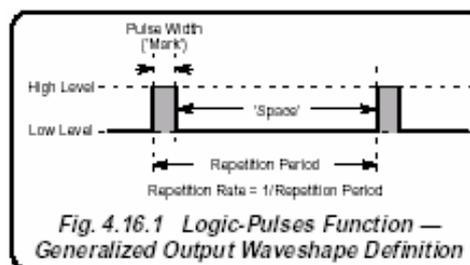


Рис. 4.16.1. Общее определение формы выходного сигнала – функция логических уровней.

### 7.16.3. Зависимость длительности импульса от разрешения

Абсолютное разрешение	Длительность импульса
100 нс	000.3 мкс до 999.9 мкс*
100 нс	00.0003 мс до 99.9999 мс*
1 мкс	000.001 мс до 999.999 мс
10 мкс	0000.01 мс до 1999.99 мс

### 7.16.4. Зависимость периода повторения от разрешения

Абсолютное разрешение	Период повторения
100 нс	000.6 мкс до 999.9 мкс
100 нс	00.0006 мс до 99.9999 мс
1 мкс	000.001 мс до 999.999 мс
10 мкс	0000.01 мс до 2000.00 мс

\* = Максимальная длительность импульса должна быть на 0.3 мкс меньше, чем установленный период повторения.

**Замечание:** [1] Tcal = температуре калибровки. Температура калибровки на заводе изготовителе = 23°C.

---

## 7.17. Спецификации функции логических уровней (Logic-Levels)

### 7.17.1. Погрешность логических уровней

Погрешность напряжения каждого сигнала постоянного напряжения та же самая, как такое же эквивалентное напряжение в функции постоянного напряжения (*Подраздел 7.3*).

### 7.17.2. Границы сигналов логических уровней по постоянному напряжению

Логический сигнал	Уровень сигнала	Показание дисплея	Величина по умолчанию ('H' или 'L')	Границы	Пределы регулировки
TTL	Высокий	<b>HIGH LVL</b>	+5.00 В	$V \geq +2.00 \text{ В}$	+5.50 В
	Промежуточный	— — — — —		$+0.8 \text{ В} < V < +2.00 \text{ В}$	-
	Низкий	<b>LOW LVL</b>	0.00 В	$V \leq 0.8 \text{ В}$	0.00 В
CMOS	Высокий	<b>HIGH LVL</b>	+5.00 В	$V \geq +3.50 \text{ В}$	+6.00 В
	Промежуточный	— — — — —		$+1.5 \text{ В} < V < +3.50 \text{ В}$	-
	Низкий	<b>LOW LVL</b>	0.00 В	$V \leq 1.5 \text{ В}$	0.00 В
ECL	Высокий	<b>HIGH LVL</b>	-0.9 В	$V \geq -1.11 \text{ В}$	0.00 В
	Промежуточный	— — — — —		$-1.48 \text{ В} < V < -1.11 \text{ В}$	-
	Низкий	<b>LOW LVL</b>	-1.75 В	$V \leq -1.48 \text{ В}$	-5.20 В

---

## 7.18. Спецификации функции «Сопротивление изоляции/Сопротивление короткого замыкания»

### 7.18.1. Погрешность функции сопротивления изоляции и разрешение (SuperI)

Выходное сопротивление	Погрешность ± % от выхода 1 год — Tcal ±5°C [1]	Абсолютное разрешение	Пределы источника тока
100.0 кОм до 299.9 кОм	0.1%	100 Ом	200 мкА до 10 мА
300.0 кОм до 2.999 МОм	0.1%	1 кОм	90 мкА до 4 мА
3.000 МОм до 29.99 МОм	0.3%	10 кОм	9 мкА до 400 мкА
30.00 МОм до 299.9 МОм	0.5%	100 кОм	900 нА до 40 мкА
300.0 МОм до 2.000 ГОм	0.7%	1 МОм	90 нА до 4 мкА

### 7.18.2. Другие спецификации функции сопротивления изоляции

<b>Максимальное измерительное напряжение:</b>	1350VDC: I x R < 1350 В
<b>Измерительное напряжение:</b>	Диапазон: 0 В до 1350 В Погрешность: ±(0.6% от выхода + 1 В)
<b>Измерительный ток:</b>	Диапазон: 1 мкА до 2.3 мА Погрешность: ±1.5%

---

## 7.18. Спецификации функции «Сопротивление изоляции/Сопротивление короткого замыкания» (Продолжение)

### 7.18.3. Погрешность и разрешение функции сопротивления короткого замыкания (4-проводное соединение)

Сопротивление выхода	Погрешность $\pm$ (% от выхода + пост.) 1 год — Tcal $\pm 5^\circ\text{C}$ <sup>[1]</sup>	Абсолютное разрешение
00.0000 Ом до 40.0000 Ом	0.1 + 50 мОм	0.1 мОм
040.001 Ом до 400.000 Ом	0.035 + 100 мОм	1 мОм
0.40001 кОм до 4.00000 кОм	0.035 + 200 мОм	10 мОм

### 7.18.4. Источник тока функции сопротивления короткого замыкания — пределы

Пределы аппаратной конфигурации диапазона выходного сопротивления	Пределы источника тока
00.0000 Ом до 40.0000 Ом	25 мА до 350 мА
040.001 Ом до 400.000 Ом	5 мА до 70 мА
0.40001 кОм до 4.00000 кОм	500 мкА до 7 мА

### 7.18.5. Другие спецификации функции сопротивления короткого замыкания

Максимальное измерительное напряжение:	10 В
Ток измерения:	Диапазон: 100 мкА до 350 мА
	Погрешность: $\pm 1\%$

## 7.19. Спецификации мощности

Следующие спецификации относятся к выходам напряжения и тока на дополнительном канале - то есть на выходах I+ и I- модели 9100 при активной функции мощности (Power). Их нельзя путать со спецификациями нормального выхода напряжения и тока.

Где параметр не приведен и нет примечания, спецификация - как для 9100.

### 7.19.1. Погрешность по постоянному напряжению дополнительного выхода

Выходное напряжение +v или -v	Погрешность ± (% выхода + пост.)	Ток нагрузки мА (О/Р импеданс)
00.00мВ до 32.00мВ	0.012% + 3 мкВ	10 Ом
32.00мВ до 320.0мВ	0.006% + 5 мкВ	<20 мА
0.320 В до 3.200 В	0.006% + 41.6 мкВ	<20 мА
3.200 В до 7.500 В	0.030% + 90 мкВ	<20 мА

### 7.19.2. Погрешность постоянного напряжения дополнительного канала (представление выхода постоянного тока)

Выходной ток	Погрешность ± (% выхода + пост.)	Нагрузочный ток мА
0.00 до 32.00 А @ ≥1 мВ/А	0.012% + 0.003 А	10 Ом
32.0 до 320.0 А @ ≥1 мВ/А	0.006% + 0.005 А	<20 мА
320.0 А до 3.2 кА @ ≥1 мВ/А	0.006% + 0.042 А	<20 мА
0 до 160 А @ 0.2 мВ до 1 мВ/А	0.006% + 0.021 А	<20 мА
160.1 А до 3.2 кА @ 0.2 мВ до 1 мВ/А	0.006% + 0.21 А	<20 мА
>3.2 кА	0.03% + 0.42 А	<20 мА

ЗАМЕЧАНИЯ: Улучшенные спецификации возможны в промежуточных точках в зависимости от масштабного коэффициента. Вспомогательное постоянное напряжение - прежде всего моделирование выхода резистивного шунта, и поэтому для мощности выражается как эквивалент тока.

### 7.19.3 Погрешность переменного напряжения дополнительного канала (синусоидальный сигнал)

Выходное напряжение	Полоса частот	Погрешность ± (% выхода + пост.)	Нагрузочный ток мА (О/Р импеданс)
0.32 мВ до 3.20 мВ	10 - 3 кГц	0.12% + 10 мкВ	10 Ом
3.21 до 32.00 мВ	10 - 3 кГц	0.12% + 10 мкВ	10 Ом
32.0 мВ до 320.0 мВ	10 - 3 кГц	0.04% + 19.2 мкВ	<20 мА
0.320 В до 3.200 В	10 - 3 кГц	0.04% + 192 мкВ	<20 мА
3.200 В до 7.500 В	10 - 3 кГц	0.06% + 400 мкВ	<7 мА @ 7 В

ЗАМЕЧАНИЯ: Также может быть использован как выход гармоник напряжения. Когда используется как выход гармоник с  $n > 1$ , добавьте 0.04 % к проценту выходной спецификации. Функции нижних диапазонов переменного напряжения простираются до нуля, но спецификации удваиваются ниже 0.32 мВ.

#### 7.19.4. Погрешность переменного напряжения дополнительного канала (представление выхода переменного тока)

Выходной ток	Полоса частот	Погрешность ± (% выхода + пост.)	Нагрузочный ток мА (О/Р импеданс)
0.32 А до 3.20 А	10 - 3 кГц	0.12% + 0.01 А	10 Ом
3.21 А до 32.00 А	10 - 3 кГц	0.12% + 0.01 А	10 Ом
32.1 до 320.0 А @ ≥1 мВ/А	10 - 3 кГц	0.04% + 0.02 А	<20 мА
321 А до 3.2 кА @ ≥1 мВ/А	10 - 3 кГц	0.04% + 0.2 А	<20 мА
0 до 160.0 А @ 0.2 мВ до 1мВ/А	10 - 3 кГц	0.04% + 0.1 А	<20 мА
160 А до 3.2 кА @ 0.2 мВ до 1мВ/А	10 - 3 кГц	0.04% + 1 А	<20 мА
>3.2 кА	10 - 3 кГц	0.06% + 2 А	<7 мА @ 7 В

ЗАМЕЧАНИЯ: Улучшенные спецификации возможны в промежуточных точках в зависимости от масштабного коэффициента. Вспомогательное переменное напряжение как симуляция выходного резистивного шунта, и поэтому для мощности выражается как эквивалент тока. Также может быть использован как выход гармоник напряжения. Когда используется как выход гармоник с  $n > 1$ , добавьте 0.04 % к проценту выходной спецификации.

#### 7.19.5. Другие формы сигналов напряжения

Все сигналы определены максимум в полосе 65 Гц/1 кГц, в соответствии с основными таблицами спецификаций для калибратора 9100.

Заметьте, что все сигналы определены (специфицированы) только до 4.525 В (пик) (4 диапазона; эквивалентно 3.2 В пикового значения синусоидального сигнала).

Функциональность выше этого предела возможна, но не специфицирована.

Диапазон 4.525 мВ (пик) позволяет функционирование до нуля.

Спецификации как для основных диапазонов 9100.

#### 7.19.6. Погрешность по постоянному току

Выходной ток	Погрешность ± (% выхода + пост.)
0 до 320.0 мА	0.016 + 9.6 мкА
0.320 А до 3.200 А	0.06 + 118 мкА
3.20 А до 10.50 А	0.055 + 940 мкА
10.50 А до 20.00 А	0.055 + 4.5 мА
3.200 до 32.00 А, 10 вит. катушка	0.26 + 1.18 мА
32.00 до 200.0 А, 10 вит. катушка	0.255 + 45 мА
16.00 до 160.0 А, 50 вит. катушка	0.26 + 5.9 мА
160.0 до 1000 А, 50 вит. катушка	0.255 + 225 мА

### 7.19.7. Погрешность по переменному току (синусоидальный сигнал)

Выходной ток	Полоса частот	Погрешность $\pm$ (% выхода + пост.)
0 до 320.0 мА	10 - 1 кГц	0.08 + 32 мкА
0.320 до 3.200 А	10 - 1 кГц	0.08 + 480 мкА
3.200 до 10.500 А	10 - 100	0.11 + 3 мА
	100 - 1 кГц	0.15 + 3 мА
10.50 до 20.00 А	10 - 100	0.11 + 6.9 мА
	100 - 1 кГц	0.15 + 6.9 мА
3.20 до 32.00 А (10 вит. катушка)	10 - 100	0.40 + 9.7 мА
	100 - 440	0.98 + 27 мА
32.0 до 200.0 А (10 вит. катушка)	10 - 100	0.40 + 90 мА
	100 - 440	0.87 + 250 мА
16.0 до 160.0 А (50 вит. катушка)	10 - 100	0.42 + 48 мА
160.1 до 1000 А (50 вит. катушка)	10 - 100	0.42 + 450 мА

Заметьте, что вышеприведенные спецификации ограничены рамками, приведенными в графике Ток-Частота. Характеристика выше 1 кГц для пользователя не указана; номинально коэффициент как у 9100 и постоянная как указано выше. Все другие спецификации аналогичны 9100 за исключением, что необходимо добавка 0.2% для катушек опции 200 включена в Таблицу, приведенную выше. Также может быть использован как выход гармоник напряжения. Когда используется как выход гармоник с  $n > 1$ , добавьте 0.04 % к проценту выходной спецификации.

### 7.19.8. Другие формы сигналов тока

Все сигналы определены до максимальных частот, как определено в основных таблицах спецификации для модели 9100.

Диапазоны доступны от 45.25 мА до 452.5 мА (пик).

Диапазоны позволяют функционировать до нуля.

Характеристики аналогичны основным спецификациям 9100.

### 7.19.9. Погрешность фазы (синусоидальный сигнал)

Выходное напряжение	Полоса частот (Гц)	Неопределенность выходной фазы (градусов)
0.30000 В до 105.000 В	10 - 65	0.07°
	65 – 1 кГц	$0.07 + 0.001 \times (f - 65)^\circ$
105.001 В до 750.000 В <sup>[1]</sup>	45 – 65	0.16°
	65 – 1 кГц	$0.16 + 0.0037 \times (f - 65)^\circ$

Выходной ток	Полоса частот (Гц)	Неопределенность выходной фазы (градусов) <sup>[2]</sup>
0.00000 А до 20.0000 А	10 - 65	0.08°
	65 – 1 кГц	$0.08 + 0.0008 \times (f - 65)^\circ$
	>1 кГц	$0.08 + 0.0012 \times (f - 65)^\circ$
03.2000 А до 1000.00 А <sup>[3]</sup>	10 – 65	0.23°
	65 - 440	$0.23 + 0.003 \times (f - 65)^\circ$

Выход напряжения дополнительного канала	Полоса частот (Гц)	Неопределенность выходной фазы (градусов) <sup>[2]</sup>
0.32 мВ до 7.500 А	10 – 65	0.07°
	65 – 1 кГц	$0.07 + 0.001 \times (f - 65)^\circ$
	>1 кГц	$0.07 + 0.0015 \times (f - 65)^\circ$

**ЗАМЕЧАНИЯ:** [1] Максимальный ток нагрузки: 2 мА. Максимальная емкость нагрузки: 200 пФ

[2] Для получения неопределенности выходной фазы по отношению к PHASE LOCK OUT или PHASE LOCK IN при работе в режиме мощности (POWER), прибавьте 0.07°.

[3] С 10-витковой или 50-витковой катушками выход выбирается (опция 200).



Уравнение, дающее фактическую амплитуду, использует выражение  $\text{Cos}(\varnothing + \varnothing_{\text{ERROR}})$ . Уравнение, дающее амплитуду свободную от ошибок, использует выражение  $\text{Cos}(\varnothing)$ . Они должны быть объединены для получения ошибки в процентах.

$$\begin{aligned}
 \text{Неопределенность амплитуды} &= 100 \times \left[ 1 - \frac{\text{Cos}(\varnothing + \varnothing_{\text{ERROR}})}{\text{Cos} \varnothing} \right] \\
 &= 100 \times \left[ 1 - \frac{\text{Cos}(\varnothing + 0.15)}{\text{Cos} \varnothing} \right] \\
 &= 100 \times \left[ 1 - \frac{0.999996573}{1} \right] \\
 &= 0.0003427\%
 \end{aligned}$$

Полная неопределенность мощности равна корню квадратному из квадратов (rss) отдельных составляющих:

$$= \sqrt{0.0463^2 + 0.096^2 + 0.0003427^2} = 0.107\%$$

### Примере 2:

Выход калибратора 100 В, 3 А (при 400 Гц), коэффициент мощности 0.5 ( $\varnothing = 60^\circ$ ).

1. Неопределенность амплитуды напряжения (из раздела 7.4.1)

$$\begin{aligned}
 100 \text{ В спецификация :} &= 0.04\% \text{ от показания} + 6.3 \text{ мВ (пост.)} \\
 &= 0.04\% + (6.3 \text{ мВ}/100 \text{ В}) \times 100 \\
 &= 0.04\% + 0.0063\% \\
 &= 0.0463\%
 \end{aligned}$$

2. Неопределенность амплитуды тока (из раздела 7.19.7)

$$\begin{aligned}
 3 \text{ А спецификация:} &= 0.08\% \text{ от показания} + 480 \text{ мкА (пост.)} \\
 &= 0.08\% + (480 \text{ мкА}/3 \text{ А}) \times 100 \\
 &= 0.08\% + 0.016\% \\
 &= 0.096\%
 \end{aligned}$$

---

### 3. Неопределенность амплитуды, обусловленная фазовой ошибкой (из раздела 7.19.9)

Спецификации: Неопределенность фазы канала напряжения =  $0.07^\circ + 0.001 \times (400-65)^\circ$   
=  $0.405^\circ$   
Неопределенность фазы канала тока =  $0.08^\circ + 0.0008 \times (400-65)^\circ$   
=  $0.348^\circ$

Комбинированная фазовая неопределенность

$$\varnothing_{\text{ERROR}} = 0.405^\circ + 0.348^\circ = 0.753^\circ$$

Снова, уравнение дает фактическую амплитуду, используя выражение  $\text{Cos}(\varnothing + \varnothing_{\text{ERROR}})$ . Они должны быть объединены для получения ошибки в процентах.

$$\begin{aligned} \text{Неопределенность амплитуды} &= 100 \times \left[ 1 - \frac{\text{Cos}(\varnothing + \varnothing_{\text{ERROR}})}{\text{Cos} \varnothing} \right] \\ &= 100 \times \left[ 1 - \frac{\text{Cos}(60 + 0.753)}{\text{Cos} 60} \right] \\ &= 100 \times \left[ 1 - \frac{0.488575}{0.5} \right] \\ &= 2.285\% \end{aligned}$$

Полная неопределенность мощности равна rss от отдельных составляющих:

$$\begin{aligned} &= \sqrt{(0.0463)^2 + (0.096)^2 + (2.285)^2} \\ &= 2.287\% \end{aligned}$$

Ясно, что при низких коэффициентах мощности вклад от неопределенности фазы доминирует. Это показывает, почему большинство калибровок выполняется при коэффициенте мощности равном единице (разность фаз между каналами 0°). Следующая таблица показывает неопределенность амплитуды, обусловленную разностью фаз. Пользователь может оптимизировать полную неопределенность мощности, калибруя при более высоких коэффициентах мощности.

Соответствующий коэффициент мощности	Разность фаз между каналами	Неопределенность амплитуды, обусловленная фазой*	
		Напряжение <105 В Ток <20 А	Напряжение >105 В Ток <20 А
1	0°	0.0003%	0.0009%
0.95	18.19°	0.0864%	0.1385%
0.90	25.84°	0.1271%	0.2037%
0.86	30.00°	0.1515%	0.2427%
0.80	36.87°	0.1967%	0.3150%
0.70	45.57°	0.2674%	0.4282%
0.60	53.13°	0.3494%	0.5594%
0.50	60.00°	0.4538%	0.7264%
0.25	75.52°	1.0141%	1.6229%

\* Для выхода калибратора <65 Гц





---

## **Раздел 8. Модель 9100 — обслуживание и тестирование**

Раздел 8 описывает процедуры первого уровня для обслуживания калибратора 9100, связанных с выполнением операции самотестирования (Selftest) и анализа их результатов. Мы дадим рекомендации по интервалам обслуживания, методам и частям и детализируем стандартные процедуры обслуживания. Раздел 8 делится на следующие подразделы:

### **8.1. О разделе 8**

#### **8.2. Стандартное обслуживание и ремонт.**

##### **8.2.1. Общая чистка**

##### **8.2.2. Входной воздушный фильтр — Описание и интервалы обслуживания**

###### **8.2.2.1. Удаление верхней крышки**

###### **8.2.2.2 Калибровочное клеймо —**

##### **Предостережение!**

###### **8.2.2.3 Удаление элемента фильтра**

###### **8.2.2.4 Чистка элемента фильтра**

###### **8.2.2.5 Установка элемента фильтра**

###### **8.2.2.6 Установка верхней крышки**

###### **8.2.2.7 Заменяемые части**

##### **8.2.3 Обновление встроенного программного обеспечения - процедура**

###### **8.2.3.1 Введение**

###### **8.2.3.2 Процедура**

##### **8.2.4 Замена предохранителя - процедура**

###### **8.2.4.1 Введение**

###### **8.2.4.2 Замена предохранителей**

###### **8.2.4.3 Диагностика выходных предохранителей**

###### **8.2.4.4 Замена предохранителей клемм Hi и Lo**

###### **8.2.4.5 Замена предохранителей клемм I+ и I-**

#### **8.3 Тестирование и самотестирование калибратора 9100**

##### **8.3.1 Типы тестов**

###### **8.3.1.1 Вход в режим тестирования.**

##### **8.3.2 Быстрое/Полное самотестирование.**

###### **8.3.2.1 Прерывание самотестирования.**

###### **8.3.2.2 Самотестирование выполняется до завершения.**

###### **8.3.2.3 Просмотр результатов тестирования.**

###### **8.3.2.4 Распечатка результатов тестирования.**

##### **8.3.3 Самотестирование по включению.**

##### **8.3.4 Тестирование интерфейса.**

###### **8.3.4.1 Доступ к тестам интерфейса.**

###### **8.3.4.2 Проверки памяти дисплея.**

###### **8.3.4.3 Проверки клавиатуры.**

###### **8.3.4.4 Проверки дисплея.**

###### **8.3.4.5 Проверки карт памяти.**

###### **8.3.4.6 Проверки шарового манипулятора.**

###### **8.3.4.7 Проверки принтера.**

#### **8.4 Распечатка результатов самотестирования.**

##### **8.4.1 Параллельный порт J103.**

##### **8.4.2 Настройка печати.**

###### **8.4.2.1 Тип принтера.**

###### **8.4.2.2 Форматирование данных.**

##### **8.4.3 Распечатка результатов.**

#### **Приложение А: Подсистема сообщений об ошибках.**

---

## 8.2. Стандартное обслуживание и ремонт

### 8.2.1. Общая чистка

Поверхности прибора должны быть чистыми, поскольку средства управления лицевой панели, вероятно, будут в непрерывном использовании в рабочей среде. Чистите их при необходимости.

Удалите пыль с верхней крышки, используя мягкую кисть (или используйте безворсовую ткань). Поддерживайте средства управления чистыми, используя мягкую, безворсовую ткань, смоченную не токсичным, не коррозионным моющим средством. Экран дисплея должен очищаться, используя мягкую, безворсовую ткань, смоченную антистатическим моющим средством; избегайте сильного давления на поверхность экрана и не распыляйте моющее средство непосредственно на экран.

### 8.2.2. Входной воздушный фильтр – описание и интервалы обслуживания

*Примечание. Не удаляйте любые крышки без отключения сетевого шнура питания.*

Внутренний воздушный поток создается вентилятором, который продувает охлаждающий воздух через радиатор и выходит с левой стороны через решетку. Воздух поступает в прибор через отверстия с правой стороны верхней крышки, затем проходит через 20pp1 (поры на дюйм) сетчатый фильтр. Фильтр доступен при удалении верхней крышки.

При удалении крышки можно увидеть расширенную металлическую решетку, которая приварена к правой стороне корпуса и закрывает два прямоугольных отверстия в основной и задней полостях. Сетчатый фильтр расположен на этой решетке и прикреплен через нее к шасси пятью черными нейлоновыми заклепками.

*Фильтр не должен забиваться пылью и грязью, поскольку это ограничит воздушный поток через прибор. Пыль можно удалить, используя маленький пылесос для создания обратного воздушного потока, но это не удалит жир и другую грязь, которая со временем будет накапливаться.*

*Рекомендуется, чтобы элемент фильтра осматривался и очищался пылесосом с интервалом не больше, чем 90 дней, и должен удаляться для очистки по крайней мере один раз в год, непосредственно перед калибровкой прибора.*

#### 8.2.2.1. Удаление верхней крышки

Боковые стороны верхней крышки расположены в отштампованных с двух сторон щелях и закреплены на задней панели двумя винтами. Твердый пластмассовый блок предохраняет каждый из задних углов.

Для доступа к элементу фильтра, удалите верхнюю крышку следующим образом:

1. Отвинтите четыре винта, удерживающих два задних угловых блока, и удалите блоки.
2. Отвинтите два винта, крепящих верхнюю крышку к задней панели.
3. Потяните верхнюю крышку назад, чтобы освободить переднее ребро, и поднимите вверх-назад.

#### 8.2.2.2. Калибровочное клеймо

##### Предостережение!

При удаленной крышке, можно заметить 'Calibration seal - калибровочное клеймо', которое закрывает утопленную головку винта на левой стороне шасси, сверху. Это - один из защитных винтов верхнего предохранительного экрана. Уплотнение устанавливается после проведения калибровки прибора, так, чтобы удаление предохранительного экрана могло быть обнаружено.

Калибровочное уплотнение не будет нарушено, пока предохранительный экран не будет удален для **разрешенной** работы внутри корпуса.

**Удаление предохранительного экрана поставит под угрозу прослеживаемость калибровки прибора и потребует полной перекалибровки 9100.**

#### 8.2.2.3. Удаление элемента фильтра

Фильтр удаляется следующим образом:

Аккуратно поднимите центральный штырек каждого из пяти черных нейлоновых фиксаторов и освободите замки. Поднимите элемент фильтра.

#### 8.2.2.4. Чистка элемента фильтра

После удаления фильтра помойте его теплой водой с моющим средством, прополощите и дайте просохнуть.

#### 8.2.2.5. Установка элемента фильтра

1. Держите элемент фильтра в положении над расширенной металлической решеткой так, чтобы он совместился с основным и задним отверстиями и пятью защитными отверстиями. Отделите замок и средний штырек черной нейлоновой заклепки и пропустите замок через фильтр в центр, защищающий отверстие в верхнем ряду. Установите центральный штырек в замок и поместите полностью так, чтобы штырек открыл щель в задней части замка.

2. *Слегка* протягивая, установите элемент фильтра в правильное положение; установите и закрепите четыре другие заклепки.

#### 8.2.2.6. Установка верхней крышки

Тщательно установите верхнюю крышку в щели в боковой штамповке, с передним краем непосредственно позади передней лицевой панели; подвиньте вперед для ввода внутрь передней панели и прикрепите к задней панели, используя два винта. Установите и закрепите угловые блоки.

#### 8.2.2.7. Заменяемые части

Если фильтр или заклепки будут повреждены при удалении или установке, сто их можно заказать через Wavetek центр продаж или сервис центр:

№.	Описание	Производитель	Тип	Кол-во
451004	20ppi Reticulated Foam Filter			1
617020	Snap Rivet, Black Nylon	Richco.	SR4050B	5

## 8.2.3. Обновление встроенного программного обеспечения - процедура

### 8.2.3.1. Введение

Встроенное программное обеспечение калибратора 9100 может быть модернизировано, используя 'Personal Computer Memory Card Interface Adaptor' (PCMCIA). Чтобы сделать это, калибратор 9100 был оснащен чипы ФЛЭШ-ПАМЯТИ, обеспечивающими возможность обновления.

Если для Вашего калибратора(-ов) 9100 требуется обновление, сервисный центр свяжется с Вами и обеспечит соответствующей PCMCIA картой.

Этот подраздел описывает стандартную процедуру модернизации встроенного программного обеспечения. Обратите внимание, что Full Self Test (полное самотестирование) появится в процедуре *дважды*: перед и после выполнения обновления. Это позволяет определить, были ли какие-либо проблемы перед обновлением, или возникли ли они в результате обновления.

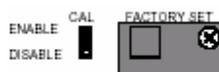
### 8.2.3.2 Процедура

#### 1. Полное самотестирование (Full Self Test) (обратитесь к 8.3.1 и 8.3.2):

Выполнение полного самотестирования и запись любых ошибок. Если есть возможность распечатки, то выберите опцию **PRINT** для получения распечатки результатов.

#### 2. Подготовка 9100:

- Выключите питание 9100 (**OFF**).
- Найдите переключатели **FACTORY SET** на задней панели калибратора 9100:



- Удалите крышку переключателей, отвинтив удерживающий ее винт.



- Установите переключатель 6 (**Switch 6**) в положение **ENABLE** (вверх). Не трогайте остальные переключатели.



#### 3. Вставьте PCMCIA карту:

- Найдите слот '**PROCEDURE MEMORY CARD**' на лицевой панели калибратора 9100.
- Вставьте PCMCIA карту в '**PROCEDURE MEMORY CARD**' слот таким образом, чтобы вышла черная кнопка сбоку от слота.

#### 4. Перепрограммирование встроенного программного обеспечения:

- a. Включите питание калибратора 9100 (Power ON).
- b. Наблюдайте следующий растущий рисунок на ЖКИ дисплее 9100:



Процесс длится примерно 1 минуту 10 секунд. После завершения, будет слышен повторяющийся звуковой сигнал.

Если, по какой-либо причине, будет слышен непрерывный сигнал, то обновление было неудачным.

Заметьте текущее состояние растущей картинке на дисплее, и передайте эту информацию обратно в сервисный центр.

#### 5. Выход в рабочее состояние калибратора 9100:

- a. Выключите питание калибратора 9100 (Power OFF).
- b. Верните переключатель 6 (**Switch 6**) в положение **DISABLE**. Не трогайте остальные переключатели.
- c. Поставьте на место и завинтите крышку переключателей.
- d. Удалите PCMCIA карту, включите 9100 (Power **ON**) и подождите приблизительно 1 минуту, пока не завершится самотестирование по включению прибора.
- e. Справа на передней панели 9100, нажмите кнопку **Mode**.
- f. Под ЖКИ дисплеем 9100 нажмите кнопку **CONFIG**, и проверьте, чтобы встроенное программное обеспечение, показанное на экране, соответствовало тому, которое обозначено на PCMCIA карте.
- g. Нажав кнопку **Mode**, верните экран в состояние выбора режимов (Mode Selection).

#### 6. Полное самотестирование (Full Self Test) (Обратитесь к 8.3.1 и 8.3.2):

- a. Выполнение **Full Self Test** (полного самотестирования) тестирует и записывает любые ошибки. Если есть возможность распечатки, то выберите опцию **PRINT** для получения распечатки результатов (*обратитесь также к параграфу 8.4*).
- b. Обратите внимание на разницу между самотестированием в пунктах 1 и 6.
- c. Результаты процедуры обновления отправьте в сервисный центр.

Обновление встроенного программного обеспечения завершено. Пожалуйста, верните Вашу PCMCIA карту в сервисный центр.

---

## 8.2.4. Замена выходного предохранителя

**Внимание!** Замена предохранителя должна выполняться квалифицированным персоналом.

### 8.2.4.1. Введение

Выходы 9100 защищены внутренними предохранителями.

Доступ к пяти предохранителям:

- Цепи клемм Hi и Lo защищены двумя предохранителями, скрытыми маленькими крышками внизу прибора.
- Цепи клемм I+ и I- защищены тремя предохранителями, которые доступны через верхний защитный экран под верхней крышкой.

Следующие параграфы относятся к диагностике плавких предохранителей, доступа к ним и процедуре замены.

### 8.2.4.2. Замена предохранителей

Предохранители, которые можно заказать через центр продаж или сервис центр приведены в таблице:

Функция	Номер	Описание	IEC обозначение	Производитель	Тип
Hi Terminal Fuse	920293	500mA 250V TR5 (F)	F0.5AL	Wickmann	19370-500
Lo Terminal Fuse	920293	500mA 250V TR5 (F)	F0.5AL	Wickmann	19370-500
I- Terminal Fuse (Low Currents)	920208	1A 250V 20mm (F)	F1AL	Belling Lee	L1427B/1A
I+ Terminal Fuse (Low Currents)	920294	500mA 250V 20mm (F)	F0.5AL	Schurter	0034.1513
I+ Terminal Fuse (High Currents)	920295	4A 250V 20mm (F)	F4AL	Schurter	0034.1522

### 8.2.4.3. Диагностика выходных предохранителей

#### 1. Предохранители клемм Hi и Lo

Эти предохранители расположены в выходных цепях Hi и Lo, между последними выходными переключающими реле и клеммами. Подозрение на перегорание этих предохранителей происходит в том случае, если выход с клемм явно неправильный, но процесс самотестирования не указывает ошибки.

#### 2. Предохранители I+ и I- для низких токов

(при работе в функциях постоянного или переменного тока, за исключением диапазонов 3A и 20A)

Эти предохранители расположены в выходных цепях для I+ и I-, за исключением использования диапазонов 3A и 20A. Положения показаны внутри верхней крышки. Если они неисправны, то генерируется сообщение об ошибке.

#### 3. Предохранитель больших токов I+

(при работе в функциях постоянного и переменного токов в диапазоне 3A)

Этот предохранитель расположен в выходной цепи I+, только когда используется диапазон 3A. Его положение показано внутри верхней крышки. Если он неисправен, генерируется сообщение об ошибке.

#### 4. Общие сведения:

Иногда неисправный предохранитель может быть причиной сообщения о фатальной ошибке ('Fatal Error') (обратитесь к Приложению A в разделе 8).

Вряд ли неисправность внутренних предохранителей является результатом внутренней неисправности. Обычно причиной неисправности является неправильное применение внешнего источника. Диапазон 20A работает от отдельного хорошо защищенного выходного блока и не имеет предохранителя.

#### 8.2.4.4. Замена предохранителей клемм Hi и Lo

##### 1. Доступ

a. Выключите питание 9100 и отсоедините шнур питания.

b. Поднимите левую сторону 9100, чтобы поставить его на правый бок.

Поверните прибор, чтобы иметь хороший доступ к маленькой панели (Рис. 8.2.1) на нижней стороне:

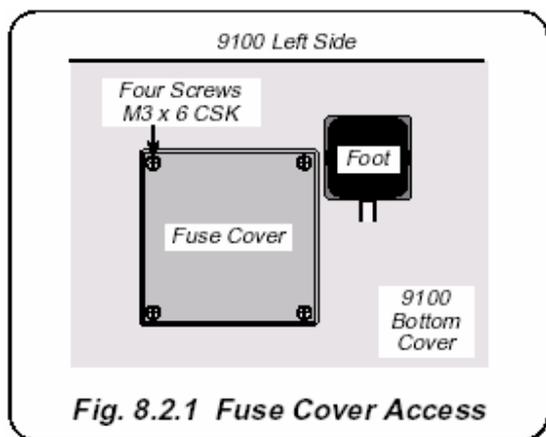


Рис. 8.2.1. Доступ к крышке предохранителя

- i. Измените наклон для лучшего доступа.
- ii. Открутите четыре Pozi-Countersunk M3 x 6 винта для удаления панели.

##### 2. Удаление предохранителя

a. Убедитесь, что питание 9100 **отключено**.

b. Найдите в углублении две крышечки предохранителей (Рис. 8.2.2) :

- i. Отвинтите крышку(и) необходимого предохранителя.
- ii. Удалите предохранитель(и), осторожно вытаскивая его из цилиндрического гнезда.

##### 3. Проверка предохранителя

a. Проверьте каждый удаленный предохранитель на сопротивление короткого замыкания и тип.

b. Примите решение, установить ли предохранитель на место или заменить.

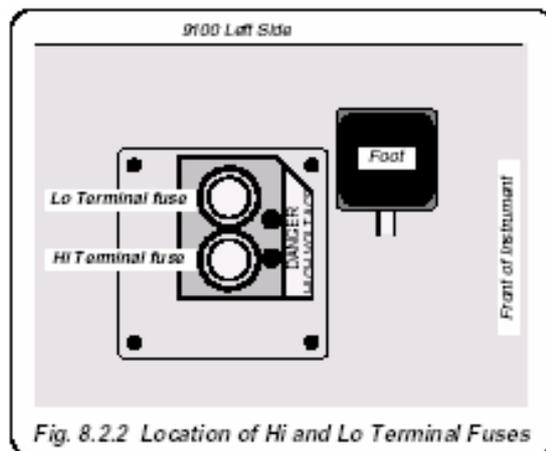


Рис. 8.2.2. Расположение предохранителей клемм Hi и Lo.

##### 4. Установка предохранителя

###### ВНИМАНИЕ

**УБЕДИТЕСЬ, ЧТО ДЛЯ ЗАМЕНЫ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛИ НЕОБХОДИМОГО НОМИНАЛА И ТРЕБУЕМОГО ТИПА.**

**ДЕРЖАТЕЛЬ ПРЕДОХРАНИТЕЛЯ НЕ ДОЛЖЕН БЫТЬ КОРОТКОЗАМКНУТЫМ. ЭТО МОЖЕТ ПРЕРВАТЬ ГАРАНТИЮ.**

a. Убедитесь, что питание калибратора 9100

**отключено**.

b. Найдите два держателя предохранителя в углублении:

i. Установите каждый предохранитель, вставляя два его штырька в отверстия держателя, затем осторожно установите предохранитель на место.

ii. Завинтите крышки предохранителей.

### 8.2.4.5 Замена предохранителей клемм I+ и I-

#### 1. Доступ

- a. Выключите питание 9100 и отсоедините шнур питания.
- b. Удалите верхнюю крышку.  
Боковые стороны верхней крышки расположены в отштампованных с двух сторон щелях и закреплены на задней панели двумя винтами. Твердый пластмассовый блок предохраняет каждый из задних углов.  
Для доступа к предохранителям клемм I+ и I-, удалите верхнюю крышку следующим образом:
  - i. Отвинтите четыре винта, которые держат два задних угловых блока и удалите блоки.
  - ii. Отвинтите два винта, крепящие верхнюю крышку к задней панели.
  - iii. Потяните верхнюю крышку назад для освобождения передней кромки, затем поднимите вверх и назад.

- c. Калибровочное клеймо «Calibration Seal»

#### Предостережение!

При удаленной крышке, можно заметить 'Calibration seal - калибровочное клеймо', которое закрывает утопленную головку винта сверху на левой стороне шасси. Это - один из винтов для верхнего предохранительного экрана. Клеймо устанавливается после проведения калибровки прибора, так, чтобы удаление предохранительного экрана могло быть обнаружено.

Калибровочное клеймо не будет нарушено, пока предохранительный экран не будет удален для **разрешенной** работы внутри корпуса.

**Удаление предохранительного экрана поставит под угрозу прослеживаемость калибровки прибора и потребует полную перекалибровку 9100.**

- d. Расположение предохранителей

Предохранители расположены в левой передней части защитного экрана, ниже плоского кабеля, который связан с печатной кросс-платой на задней панели и проходит через уплотнение в защитном экране (Рис. 8.2.3).

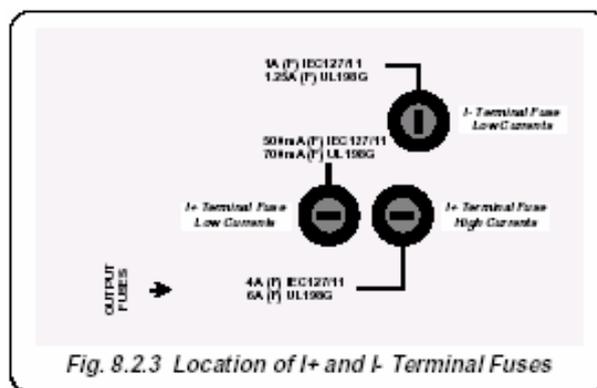


Fig. 8.2.3 Location of I+ and I- Terminal Fuses

Рис. 8.2.3. Положение I+ и I- предохранителей.

---

## 2. Отсоединение плоского кабеля

- a. Убедитесь, что питание 9100 отключено.
- b. Найдите разъем плоского кабеля и рычажки защелки на печатной кросс-плате на задней панели:
  - i. Одновременно и осторожно отведите рычажки. Это позволит легко отсоединить разъем от его корпуса.
  - ii. Достаньте разъем и отведите кабель к передней стороне прибора, чтобы увидеть под ним держатель предохранителя.

## 3. Удаление предохранителя

- a. Убедитесь, что питание 9100 отключено.
- b. Найдите три крышки предохранителей (типа байонет) (Рис. 8.2.3):
  - i. Удалите крышку(-и) предохранителей нажимая вниз и поворачивая против часовой стрелки.
  - ii. Осторожно удалите предохранитель(-и).

## 4. Проверка предохранителя

- a. Проверьте каждый удаленный предохранитель на сопротивление короткого замыкания и тип.
- b. Примите решение, установить ли предохранитель на место или заменить.

## 5. Установка предохранителя

### **ВНИМАНИЕ**

***УБЕДИТЕСЬ, ЧТО ДЛЯ ЗАМЕНЫ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛИ НЕОБХОДИМОГО НОМИНАЛА И ТРЕБУЕМОГО ТИПА.***

***ДЕРЖАТЕЛЬ ПРЕДОХРАНИТЕЛЯ НЕ ДОЛЖЕН БЫТЬ КОРОТКОЗАМКНУТЫМ.***

***ЭТО МОЖЕТ ПРЕРВАТЬ ГАРАНТИЮ.***

- a. Убедитесь, что питание калибратора 9100 **отключено**.
- b. Найдите три держателя предохранителей (типа байонет) (Рис. 8.2.3):
  - i. Аккуратно установите необходимый предохранитель в свой держатель.
  - ii. Закрепите крышку(-и) предохранителя, нажимая вниз и поворачивая по часовой стрелке.

## 6. Подсоединение плоского кабеля

- a. Убедитесь, что питание калибратора 9100 **отключено**.
- b. Уложите плоский кабель в верхней части прибора, и подсоединение его к его корпусу на печатной кросс-плате на задней панели:
  - i. Осторожно введите разъем в его ответную часть. При этом рычажки защелки передвинутся и защелкнут разъем, как только он будет полностью введен в корпус.
  - ii. Наконец, сожмите рычажки вместе для гарантии, что разъем полностью и правильно установлен.

## 7. Установка верхней крышки

Тщательно установите верхнюю крышку в щели в боковой штамповке, с передним краем непосредственно позади передней лицевой панели; подвиньте вперед для ввода внутрь передней панели и прикрепите к задней панели, используя два винта. Установите и закрепите угловые блоки.

## 8.3. Тестирование и самотестирование калибратора 9100

### 8.3.1. Типы тестов

Есть два основных типа самотестирования, 'Fast' (быстрый) и 'Full' (полный). Быстрое самотестирование выполняется автоматически по включению прибора. Дополнительно может быть выборочно проверен интерфейс работы передней панели, позволяющий проверить память дисплея, работу клавиатуры, сам дисплей, целостность и форматирование статических (RAM) карт памяти для режима процедур, правильность работы шарового манипулятора и подсоединенного принтера. Эти тесты детализированы в следующих параграфах:

#### 8.3.1.1. Вход в режим тестирования

Режим тестирования выбирается из меню выбора режимов (Mode Selection), который выводится на дисплей при нажатии клавиши передней панели 'Mode', показанной ниже на Рис. 8.3.1:

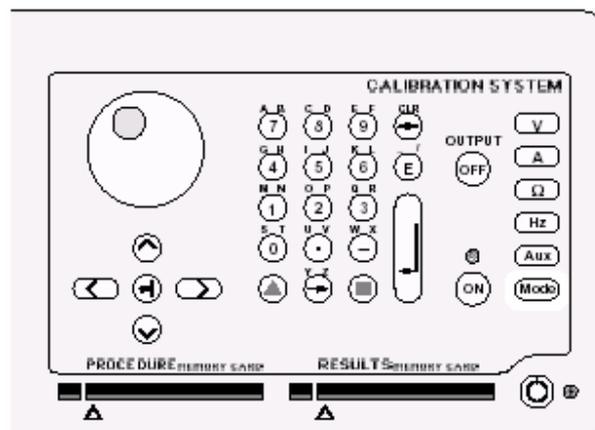
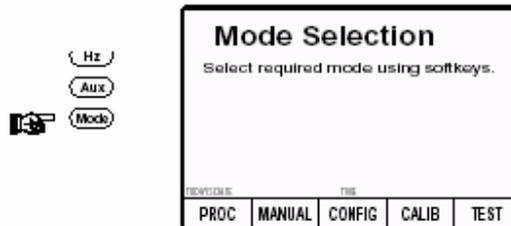


Рис. 8.3.1. Кнопка 'Mode'

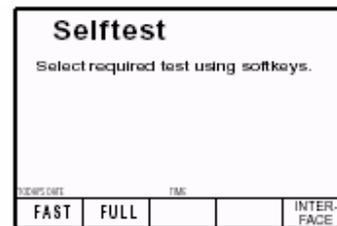
### 8.3.1.1 Вход в режим тестирования (Продолжение)

По клавише «Mode» выводится специальное меню дисплея, предлагая выбор из пяти исходных режимов. Это меню может быть выполнено **только** при нажатии одной из пяти экранных кнопок.



#### TEST

Эта кнопка вводит режим тестирования (Test), показывая следующий экран:



#### FAST

запускает быстрое (FAST) самотестирование.

#### FULL

запускает полное (FULL) самотестирование.

#### INTERFACE

позволяет проверить дисплей и память дисплея, клавиатуру передней панели, слоты карт памяти (режим процедур), шаровой манипулятор и интерфейс принтера.

*Продолжение далее*

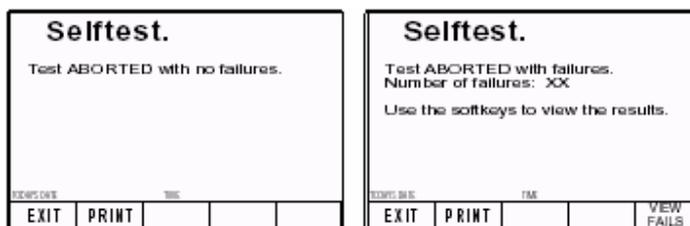
### 8.3.2. Быстрое/Полное (Fast/Full) самотестирование

Как быстрое, так и полное самотестирование имеют одинаковый формат. При нажатии экранных кнопок **FAST** или **FULL** в экранном меню 'Select required test – Выбор требуемого теста', калибратор 9100 запускает выбранный тест. Первый экран показывает тип выбранного теста и число оставшихся тестов, для выбранного типа самотестирования:



#### 8.3.2.1. Прерывание самотестирования

**ABORT** останавливает самотестирование и показывает соответствующий 'ABORTED' экран:



Если никаких отказов до момента прерывания процесса не произошло, то это будет показано на экране.

**EXIT** (Выход) возвращает к экранному меню 'Select selftest – выбор самотестирования'.

**PRINT** (Печать) распечатывает результаты теста, вплоть до момент прерывания.

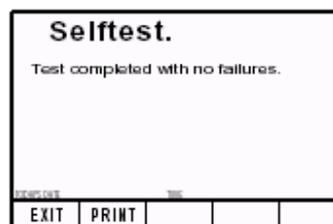
*Обратитесь к подразделу 8.4.*

Если к моменту прерывания были обнаружены отказы, то операции **EXIT** и **PRINT** также выполняются. Число отказов показывается на экране и предлагается дополнительный выбор:

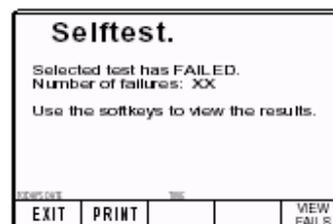
**VIEW FAILS** (Просмотреть отказы) открывает специальный экран для детализации параметров отказов, которые произошли (описаны далее в разделе 8.3.2.3).

### 8.3.2.2. Самотестирование выполняется до завершения

Если процесс самотестирования не прерван, то он будет проходить до полного выполнения и, если тест завершился без отказов, появится следующий экран (и для быстрого и для полного тестов):



Если при выполнении теста произошли отказы, 9100 покажет следующий экран:



**EXIT** возвращает к экранному меню 'Select selftest – выбор самотестирования'.

**PRINT** (Печать) распечатывает результаты теста.

*Обратитесь к подразделу 8.4.*

Если были обнаружены отказы, то операции EXIT и PRINT остаются доступными. Число отказов показывается на экране и предлагается дополнительный выбор:

**VIEW FAILS** (Просмотреть отказы) открывает специальный экран для детализации параметров отказов, которые произошли (*описаны далее в разделе 8.3.2.3*).

### 8.3.2.3. Просмотр результатов тестирования

При нажатии экранной кнопки **VIEW FAILS** (Просмотр отказов), каждый из не прошедших тестов может быть просмотрен на экране. Информация состоит из номера теста, среднего измеренного значения, верхнего и нижнего пределов и значений двух измерений, которые использовались для получения 'Measured value' (Измеряемой величины). Также приводится краткое описание теста.

Экран для просмотра результатов теста показан ниже. Он также может использоваться, в случае прерывания тестирования.

The screenshot shows a screen titled "Selftest." with the following text:

Test no. XXX.XXX FAIL.  
Measured value: XXXXXXXX  
Upper Limit: XXXXXXXX  
Lower Limit: XXXXXXXX  
Measurement A: XXXXXXXX  
Measurement B: XXXXXXXX

Below this is a box containing "(Description of test)".

At the bottom, there are two labels: "TODAYS DATE" and "TIME".

At the very bottom, there are four buttons: "EXIT", "PRINT", "NEXT FAILURE", and "NEXT FAILURE".

**Примечание.** Если причина отказа не очевидна, и необходимо проконсультироваться с Вашим сервис центром, пожалуйста, выполните следующее: скопируйте детально с экрана все сообщения об отказах, *или*: распечатайте результаты. Не позволяется делать никаких повторных *просмотров* того же самого отказа, хотя все результаты испытаний остаются доступными для печати.

### NEXT FAILURE (Следующий отказ)

Как только подробности первого отказа отмечены, можно рассмотреть следующий отказ в списке, нажимая экранную кнопку **NEXT FAILURE** (СЛЕДУЮЩИЙ ОТКАЗ). Допускается только один проход через список отказов. Как только последний отказ в списке находится на экране, и экранная кнопка **NEXT FAILURE** нажата, появится следующее сообщение об ошибке в верхнем правом углу экрана:

No more failures to view

Нажатие экранной кнопки **NEXT FAILURE** больше не дает эффекта.

Пользователь или должен перейти к экрану 'Select selftest', или распечатать результаты.

### 8.3.2.4. Распечатка результатов тестирования

Экранная кнопка **PRINT** (Печать) присутствует на всех экранах после завершения или прерывания теста. Нажатие кнопки **PRINT** ведет к распечатке всех доступных результатов.

Распечатка возможна только при использовании подходящего подключенного и включенного принтера. Обратитесь к подразделу 8.4.

### 8.3.3. Самотестирование по включению (Power-On)

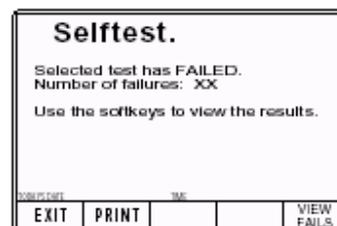
**Примечание.** Некоторые фатальные ошибки 'Fatal System Errors - фатальные системные ошибки' могут привести к тому, что дисплей при включении питания будет включаться и выключаться. В этом случае, **немедленно отключите питание** и сообщите об ошибке в Ваш сервисный центр.:

Первое нормальное включение питания должно показать логотип Wavetek, а затем 9100 выполняет быстрое самотестирование. Пользователь должен дождаться окончания самотестирования.



Если никаких отказов не обнаружено, то калибратор 9100 перейдет к режиму, установленному по умолчанию при включении питания, которым является или Ручной режим (Manual mode) или режим Процедур (Procedure mode).

Если обнаружены отказы (включая другие фатальные ошибки 'Fatal System Errors' — обратитесь к Приложению А в разделе 8), калибратор 9100 перейдет в режим тестирования (Test mode) к следующему состоянию:



Последующие действия для просмотра отказов и распечатки результатов аналогичны быстрому самотестированию, которое выполнено до конца (обратитесь к параграфу 8.3.2.2/3).

**EXIT** вернет к экранному меню 'Select selftest – выбор самотестирования', откуда для перехода к экранному меню выбора режима ('Mode Selection'), просто нажмите кнопку **Mode** на передней панели.

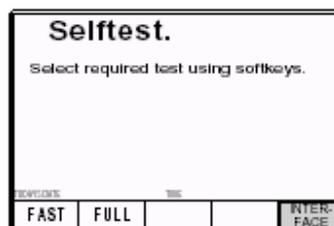
**PRINT** может быть использована для распечатки результатов быстрого тестирования по включению питания. Обратитесь также к подразделу 8.4.

### 8.3.4. Тестирование интерфейса

Тест интерфейса выборочно проверяет работу лицевой панели 9100, охватывая память дисплея, работу клавиатуры, непосредственно дисплей, целостность и форматирование карт RAM памяти для режима процедур, правильность работы шарового манипулятора и подключенного принтера.

#### 8.3.4.1. Доступ к тестам интерфейса

Если выбран режим тестирования (Test mode), тест интерфейса (Interface Test) можно выбрать нажимая экранную кнопку **INTERFACE** в меню 'Select required test – Выбор требуемого теста':



Нажатие кнопки **INTERFACE** ведет к экранному меню 'Select test – Выбор теста':



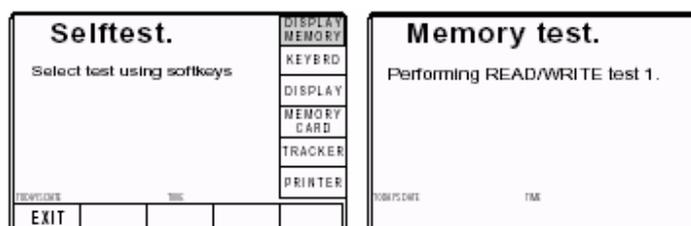
Требуемая проверка может быть выбрана из списка с правой стороны экрана, при использовании соответствующей экранной кнопки.

**EXIT** возвращает к предыдущему экранному меню 'Select required test – Выбор требуемого теста'.

Шесть возможных тестов детализированы в перечисленном порядке в следующих параграфах.

#### 8.3.4.2. Проверки памяти дисплея

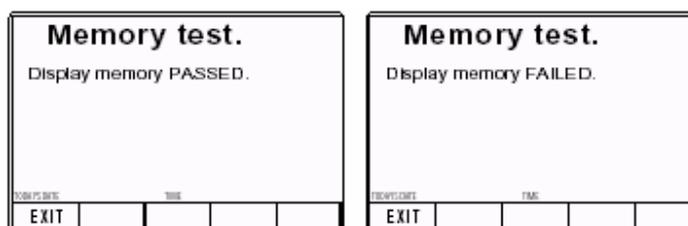
Нажатие кнопки «DISPLAY MEMORY – Память дисплея» в экранном меню 'Select test – Выбор теста' преобразует экран к экрану 'Memory test – Тест памяти' и начнется последовательность тестов. Выполняющийся тест, выводится на экран:



Другие тесты описываются следующим образом:

- Performing WALKING ONES test 1.
- Performing READ/WRITE test 2.
- Performing WALKING ONES test 2.

Результат всего теста памяти выводится по завершению всего тестирования:



Если есть сообщение об отказе, исправление потребует доступа к внутренней схеме, так что никаких дальнейших действий пользователя не подразумевается, кроме сообщения о результате в Ваш сервис центр.

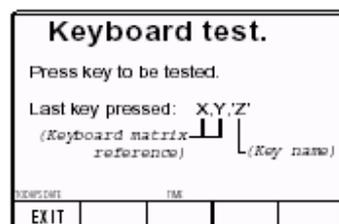
**EXIT** возвращает к интерфейсному экранному меню 'Select test – Выбор теста'.

### 8.3.4.3. Проверки клавиатуры

Клавиатура проверяется нажатием кнопки KEYBOARD в экранном меню 'Select test – Выбрать тест':



Выбор 'KEYBRD' преобразует экран к экрану 'Keyboard test – Тест клавиатуры'. Он предлагает пользователю нажать тестируемую кнопку на передней панели и выводит на экран результат тестирования последней нажатой кнопки:



«Keyboard matrix reference» (X, Y) относится к электронной матрице, которая используется, чтобы передать информацию о нажатой клавише внутреннему процессору, и не имеет отношения к физическому положению клавиш. «Key name» (Z) - название, в словах, которое описывает последнюю нажатую клавишу.

Если название клавиши не совпадает с функцией последней нажатой клавиши, то подразумевается отказ. Исправление требует доступа к внутренней схеме, так что пользователю не рекомендуется производить какие-либо дальнейшие действия, кроме сообщения о результате в Ваш сервисный центр.

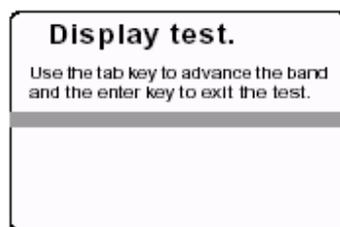
**EXIT** возвращает в интерфейсное экранное меню 'Select test – Выбор теста'.

#### 8.3.4.4. Проверки дисплея

Дисплей проверяется нажатием кнопки DISPLAY на экранном меню 'Select test – Выбор теста':



Выбор 'DISPLAY' преобразует экран к экрану 'Display test – Тест дисплея'. Он приглашает пользователя использовать кнопку табуляции лицевой панели 'tab' (⇧) для перемещения черной полосы вниз экрана, затем вверх экрана и снова вниз, тестируя таким образом все элементы дисплея на экране:



Экранный текст будет сдвигаться автоматически, так что он не будет затемнять полосу при движении обратно вверх экрана. Если есть элементы экрана, которые не являются светлыми на светлом фоне, или темными на темном фоне при движении полосы по экрану, то это говорит об отказе. Исправление требует доступа к внутренней схеме, так что пользователю не рекомендуется производить какие-либо дальнейшие действия, кроме сообщения о результате в Ваш сервисный центр.

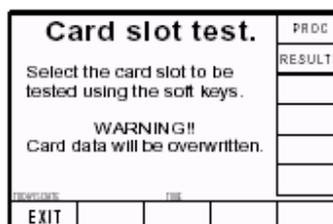
Кнопка 'Enter' (↵) возвращает к интерфейсному экранному меню 'Select test'.

### 8.3.4.5. Проверки карт памяти

Проверки карт памяти «Memory Card» проводятся нажатием кнопки MEMORY CARD экранного меню 'Select test':



Нажатие кнопки MEMORY CARD экранного меню 'Select test' преобразует экран к экрану 'Card slot test – Тестирование слота карт'. Он приглашает пользователя выбрать тестируемый слот и предупреждает о том, что содержимое карты будет переписано 'Overwrite':



**PROC** выбирает для тестирования слот PROCEDURE.

**RESULTS** выбирает для тестирования слот RESULTS.

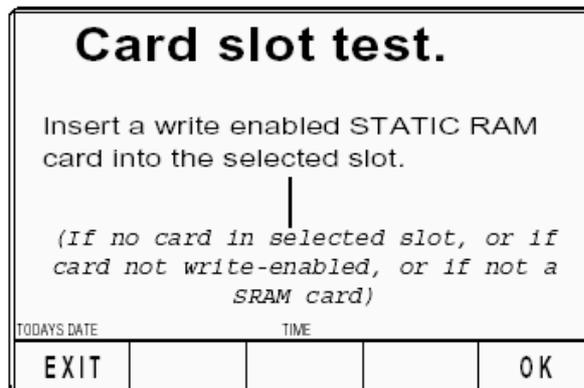
**EXIT** возвращает к интерфейсному экранному меню 'Select test'.

Для тестирования может использоваться любой слот. Если есть один определенный слот, на который падает подозрение, то естественно, надо выбрать его.

Предупреждение говорит о том, что содержимое вставленной карточки при тестировании будет переписано. Это связано с тем, что для проверки требуется переформатирование, и карта, вставленная в слот, будет переформатирована как карта результатов (Results).

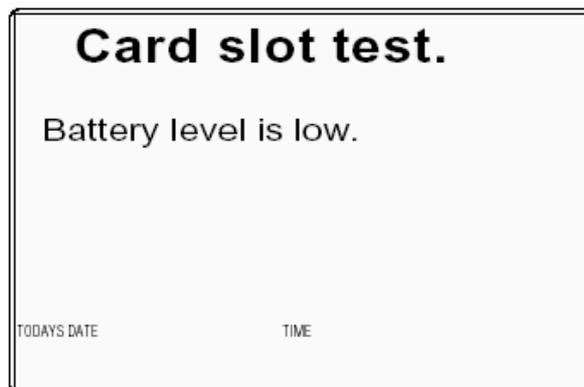
Невозможно форматировать карту процедуры при этой проверке, поскольку процедуры записываются на карты другим процессом (Wavetek 9010).

9100 сначала проверяет наличие правильной SRAM карты. Если карты в слоте нет или это не SRAM карта, или если это - SRAM карта, но не переписываемая, то появится следующий экран:



После исправления дефекта, нажмите экранную клавишу ОК. Это приведет к появлению нового экрана и начнется последовательность тестов. Сообщение об исполняемом тесте выводится на экран:

9100 сначала проверяет состояние внутренней батареи карты. Если напряжение батареи низко, то это будет отражено на экране:



Если батареи в карте нет или если батарея не может поддерживать операции чтения/записи, то на экране будет написано 'Battery level is dead – Уровень батареи недостаточен'.

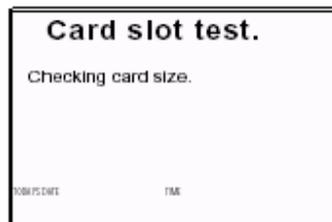
**Замечание:**

Для перезаряжаемых карт с низким уровнем батареи, сообщение о низком/недостаточном уровне может держаться несколько минут и пропадет после нажатия **ОК**.

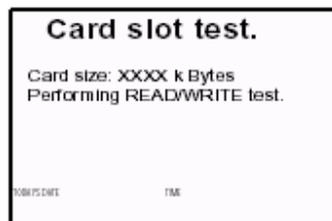
*Продолжение далее*

#### 8.3.4.5. Проверки карт памяти (Продолжение)

Следующий тест проверяет объем карты памяти. При этой проверке, 9100 выведет на экран следующее сообщение:



После проверки объема памяти, 9100 начнет проверку чтения/записи; дисплей изменится к виду:



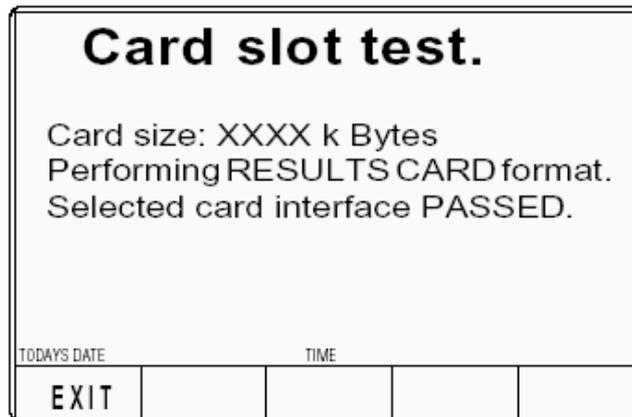
После проверки чтения/записи, 9100 начнет проверку 'walking ones' и сообщение на дисплее изменится на:

Performing WALKING ONES test  
(Выполнение теста WALKING ONES).

Продолжением теста является форматирование памяти в формат 'Results Card – карта результатов'. Новое сообщение появится на дисплее:

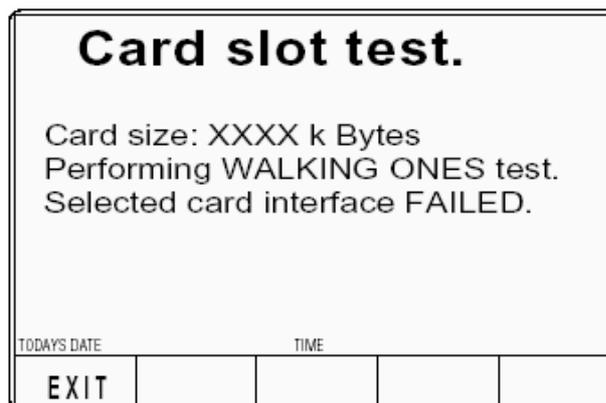
Performing RESULTS CARD format  
(Выполнение форматирования RESULTS CARD).

Если весь диапазон тестов и форматирования закончен успешно, надпись PASS (Пройден), добавляется на экране:



**EXIT** возвращает к интерфейсному экранному меню 'Select test'.

Если тест не пройдет в любой точке, то он остановится, оставляя сообщение о неудавшемся испытании на экране, сопровождая инструкцией отказа. Например, если бы отказ произошел во время 'walking ones', то на экране появится следующее сообщение:

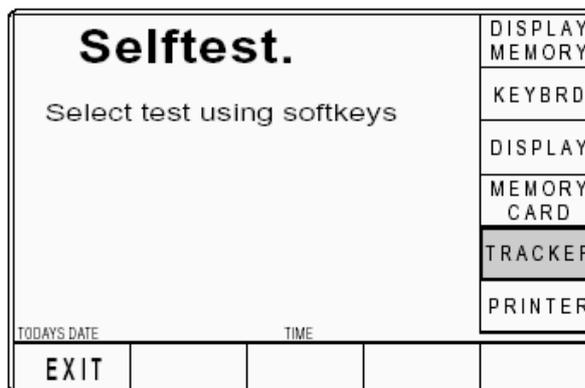


Для диагностики причины отказа, есть несколько проверок, которые могут быть сделаны для локализации ошибки. Во-первых, должна быть сделана попытка перепроверить ту же самую карту в другом слоте, и если проверка прошла успешно, проверить новую карту в первоначальном слоте. Это должно сузить ошибку до одного слота или одной карты. Если есть подозрение, что это ошибка 9100, то лучше сообщить об этом в Ваш сервис центр.

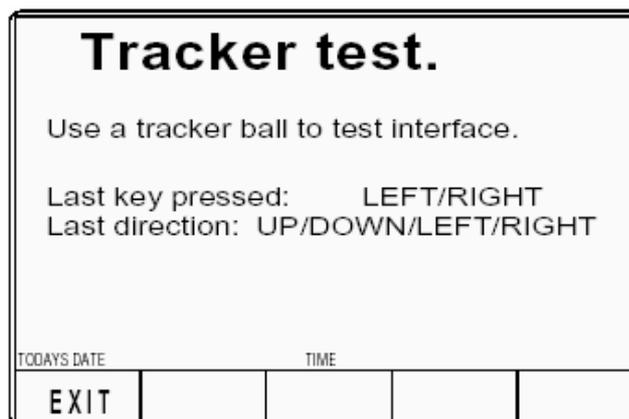
**EXIT** возвращает к интерфейсному экранному меню 'Select test'.

#### 8.3.4.6. Проверки шарового манипулятора

Проверки подсоединенного шарового манипулятора (tracker ball) проводятся при нажатии кнопки TRACKER экранного меню 'Select test':



Выбор 'TRACKER' преобразует текущий экран к экрану 'Tracker test – Тест манипулятора'. Он предлагает пользователю использовать шаровой манипулятор для проверки интерфейса и вывода на экран подробностей нажатия последней кнопки манипулятора и последнего перемещения шарика:



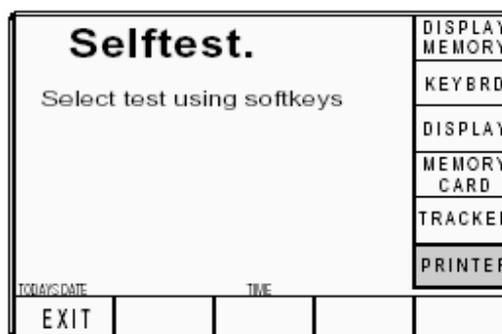
Возможные отклики показываются на диаграмме. Обратите внимание, что центральная кнопка на манипуляторе не имеет никакой функции при работе с калибратором 9100 и не проверяется, так что нажатие этой кнопки не должно давать никакого эффекта, если манипулятор не дефектен.

Если описание кнопки не совпадает с последней физически нажатой кнопкой, или если последнее показанное направление перемещения не соответствует последнему физическому перемещению, то подразумевается отказ. Можно диагностировать дефектный источник, проверяя другой манипулятор на том же самом 9100, или тот же самый манипулятор на другом 9100. Исправление может потребовать доступа к внутренней схеме 9100 или манипулятора, так что никаких дальнейших пользовательских действий производить не рекомендуется, кроме сообщения о результате в Ваш сервис центр.

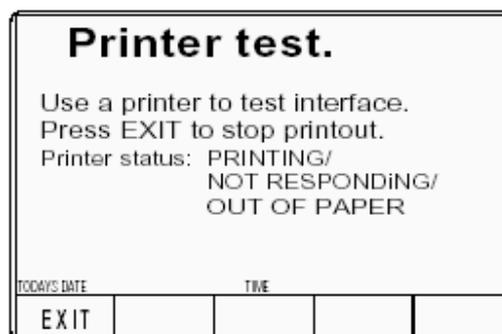
**EXIT** возвращает к интерфейсному экранному меню 'Select test'.

### 8.3.4.7. Проверки принтера

Проверки подсоединенного принтера проводятся при нажатии кнопки PRINTER экранного меню 'Select test':



Выбор 'PRINTER' преобразует текущий экран к экрану 'Printer test – тест принтера'. Он предлагает пользователю использовать принтер для тестирования интерфейса (т.е. переключения принтера в режим «off-line» или удаления бумаги), и выводит сообщения относительно состояния принтера:



**Замечание:** Если принтер отключен (см.режим Config - *Том 1, Раздел 3, параграфы 3.3.2.5*), то он не будет печатать при первом обращении к печати.

Возможные отклики показаны на диаграмме. Они модифицируются автоматически при изменении состояния принтера. При правильной работе, принтер будет непрерывно печатать набор символов, пока не будет нажата экранная кнопка EXIT.

Если сообщение о состоянии интерфейса принтера не соответствует физическому состоянию, то это подразумевает отказ. Возможно диагностировать источник дефекта, проверяя другой принтер на том же самом 9100, или тот же принтер на другом 9100. Исправление может потребовать доступа к внутренней схеме 9100 или принтера, так что проведение каких-либо дальнейших действий не рекомендуется, за исключением исправления очевидных ошибок настройки. Желательно сообщить о результате Вашему сервис центру.

**EXIT** возвращает к интерфейсному экранному меню 'Select test'.

## 8.4. Печать результатов самотестирования

Результаты полного или быстрого самотестирования могут быть распечатаны на принтере, соединенном с параллельным портом J103 на задней панели. Он также может быть использован для печати сертификатов для испытываемых устройств (UUT), калиброванных в режиме процедур (Procedure).

### 8.4.1. Параллельный порт J103 (задняя панель)

Этот 25 контактный D-типа разъем расположен ниже разъема IEEE-488 на задней панели. Его контакты аналогичны 25-контактному порту принтера на PC и служат для управления и передачи данных на внешний принтер как приведено в таблице.

Pin Layout



#### Расположение выводов

9100 Pin No.	9100 Название сигнала	9100 I/O	Описание или общее значение
1	STROBE_L	Выход	1 мкс импульс, чтобы принтер читал один байт данных от шины данных DO1 - DO8.
2	DO1	Выход	Бит данных 1
3	DO2	Выход	Бит данных 2
4	DO3	Выход	Бит данных 3
5	DO4	Выход	Бит данных 4
6	DO5	Выход	Бит данных 5
7	DO6	Выход	Бит данных 6
8	DO7	Выход	Бит данных 7
9	DO8	Выход	Бит данных 8
10	ACKNLG_L	Вход	Импульс, указывающий что принтер принял байт данных и готов к приему следующих данных.
11	BUSY_H	Вход	Принтер временно занят и не может принимать данные.
12	P_END_H	Вход	В принтере нет бумаги.
13	SLCT_H	Вход	Принтер находится в состоянии «online - интерактивен» или соединен.
14	AUTO_FEED_L	Выход	Бумага автоматически подается на 1 строку после печати. Эта линия фиксируется на 9100 в состоянии _H (высокий), чтобы отключить исключить автоматическую подачу.
15	ERROR_L	Вход	Принтер находится в состоянии 'Paper End - конец бумаги', 'Offline - автономно' или 'Error - ошибка'.
16	INIT_L	Выход	Команда принтера для перехода к состоянию по включению питания, и для большинства принтеров для очистки его буфера печати.
17	SLCT_IN_L	Выход	Команда для некоторых принтеров принять данные. Эта строка установлена в 9100 в состояние _L (низкий).
18-25	0V_F	Выход	Общий выход для цифровых сигналов

\_H = активной логической единице; \_L = активному логическому нулю.

## 8.4.2. Настройка печати

Результаты полного или быстрого самотестирования могут быть распечатаны непосредственно через параллельный порт J103 на задней панели. Для этого подходящий принтер должен быть подключен и включен; тогда внутренняя программа 9100 генерирует требуемые результаты.

### 8.4.2.1. Тип принтера

Используемый принтер должен быть способен к печати 120 символов в строке и печатать набор символов кодовой страницы Code Page 437. Подходят большинство принтеров, совместимых с Epson FX, Canon Bubble-Jet или Hewlett-Packard Desk-Jet.

### 8.4.2.2. Форматирование данных (Data Formatting)

Требуемый стиль распечатки, формат и данные predeterminedены в зависимости от того, печатаются результаты полных или быстрых тестов, и типа используемого принтера. Необходимо *определить* специфический тип принтера через режим Configuration (Конфигурация), если только этого требует формат принтера.

**Замечание:** Если принтер отключен (см. режим Config - Том 1, Раздел 3, параграфы 3.3.2.5), то он не будет печатать при первом обращении к печати.

## 8.4.3. Распечатка результатов

Кроме заголовка, полные или быстрые результаты тестирования имеют одно и то же положение при печати. Результаты всех испытаний сводятся в таблицу. Типичные примеры таблиц приведены ниже:

Serial No: XXXXXX S/W Issue: X.XX Date: XX/YY/ZZZZ Time: 12:41 Type: FAST

TEST PT	MEAS VALUE	MAX LIMIT	MIN LIMIT	NOMINAL	RESULT A	RESULT B	ERROR	% FAILURES
---------	------------	-----------	-----------	---------	----------	----------	-------	------------

AO4.OO1 -0.000044 +0.001500 -0.001500 0.000000 0.000041 -0.000048 -3

AO1.OO1 +6.553340 +6.602800 +6.504400 +6.553600 +6.553363 +6.553316 0

PO5.OO1 +5.115005 +5.725000 +4.675000 +5.200000 +5.114981 +5.115029 -16

Serial No: XXXXXX S/W Issue: X.XX Date: XX/YY/ZZZZ Time: 12:41 Type: FULL

TEST PT	MEAS VALUE	MAX LIMIT	MIN LIMIT	NOMINAL	RESULT A	RESULT B	ERROR	% FAILURES
---------	------------	-----------	-----------	---------	----------	----------	-------	------------

AO1.OO1 +6.553292 +6.564493 +6.552743 +6.553670 +6.553292 +6.553292 -3

AO1.OO2 +6.553137 +6.566200 +6.541000 +6.553600 +6.553173 +6.553181 -4

AO1.OO3 -6.553888 -6.537325 -6.569875 -6.553600 -6.553864 -6.553912 -2

**ERROR % (ОШИБКА %)** дает достигнутый процент от полного допуска для этого теста.

**FAILURES (ОТКАЗЫ)** В этом столбце отказы показываются числом '1' против соответствующего теста.



## Подсистема сообщений об ошибках

*Замечание для пользователей:* для полноты, это приложение собирает вместе коды ошибок, которые могут быть сгенерированы или на инструментальной лицевой панели или через IEEE 488 системную шину.

### 8.A.1. Классификация ошибок

Все ошибки, которые не могут быть устранены без вмешательства пользователя, ведут к некоторой системе действий для передачи пользователю сообщения, в каких случаях возможно восстановление системы к нормальной эксплуатации. Ошибки классифицированы методом, с помощью которого они обрабатываются.

Восстанавливаемые ошибки сообщают об ошибке и затем продолжают.

Системные ошибки, которые не могут быть устранены, ведут к сбросу системы через питание - к состоянию сообщения о фатальной ошибке, при которой 'продолжение' может очистить ошибку, но вообще такие сообщения вызываются аппаратными или программными ошибками, которые требуют вмешательства пользователя.

---

### 8.A.2. Сообщения об ошибках

#### 8.A.2.1. Фатальные системные ошибки

Для всех фатальных системных ошибок, состояние ошибки сообщается только через лицевую панель. Ошибка вызовет строку сброса процессора для перезапуска системы как по включению питания. Экран отобразит сообщение, указывающее, что произошла фатальная ошибка и таким образом процессор был сброшен.

Пользователь может продолжать использовать кнопку 'resume - продолжить' или включением питания и инициировать ремонт, если ошибка сохраняется.

В таблице приведен список номеров ошибок, которые будут отображены с описаниями ошибки:

**ВСЕГДА: записывайте полное содержание сообщения для возможного использования сервисным центром.**

9501	- DAC Default Charactn. Failed	9508	- UNEXPECTED Power amp overload
9502	- Failed to clear Flash RAM	9509	- UNEXPECTED compliance flag
9503	- UNEXPECTED multiple fail flags	9510	- Measurement command flushed
9504	- No A/D ready bit after 160ms	9511	- UNEXPECTED Output clamp overload
9505	- Flash RAM protected by switch	9990	- UNEXPECTED case in switch statement
9506	- UNEXPECTED over temperature flag		
9507	- UNEXPECTED HV power supply flag		

UNDEFINED FATAL ERROR

НЕОПРЕДЕЛЕННАЯ ФАТАЛЬНАЯ ОШИБКА) Номер ошибки будет определен во время выполнения

OPERATING SYSTEM ERROR)

ОШИБКА ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ)

---

## 8.А.2.2. Устранимые ошибки

### 8.А.2.2.1. Типы ошибок

Они состоят из ошибок **Команд (Command), Выполнения (Execution), Запроса (Query) и Аппаратно-зависимых (Device-Dependent)** ошибок. Ошибки Команд, Запросов и Выполнения возникают в результате неправильного программирования. Аппаратно-зависимые ошибки могут возникнуть как в ручном режиме, так и при дистанционном управлении. Каждая из регистрируемых ошибок идентифицирована номером кода.

### 8.А.2.2.2. Сообщения об ошибках

В ответ на ошибку шины или клавиатуры, есть некоторые категории сообщений об ошибке. Прежде всего, ошибка сообщается первоначальному источнику ошибки, но в некоторых случаях сообщение посылается и локальному и отдаленному операторам. Локально ошибка будет отображена на экране лицевой панели; дистанционно, она установит связанный ESR бит, и добавит ошибку к Очереди Ошибок (Error Queue).

### Замечание относительно Очереди ОШИБОК (доступно через интерфейс IEEE-488)

Очередь ошибок - последовательный стек памяти. Каждой регистрируемой ошибке присваивается номер и пояснительное сообщение, которые вводятся в очередь ошибок при появлении ошибки. Очередь читается как стек First-In/First-Out (Первый вошел/Первый вышел), используя команду запроса:SYSTEM:ERRor? для получения номер кода и сообщения.

Повторное использование запроса:SYSTEM:ERRor? будет последовательно читать ошибки Аппаратно-зависимые, Команд и Выполнения, пока очередь не опустеет и не будет возвращено сообщение 'Empty - Пустой' (0, "No error - Нет ошибок").

Было бы хорошей практикой неоднократно прочитать Очередь ошибок, пока не возвратится сообщение 'Empty'. Обычная команда \*CLS очищает очередь.

### 8.А.2.2.3. Ошибки команд (CME)

(Только для дистанционной работы)

#### Генерация ошибок команд

Ошибка Команды генерируется, если дистанционная команда не соответствует или синтаксису команды или универсальному синтаксису IEEE 488.2. CME бит (5) устанавливается в состояние "истина" в определяемом стандартом Байте Состояния События (Event Status Byte) и номер кода ошибки добавляется в конец Очереди Ошибки (Error Queue).

#### Сообщения об ошибках команд

Ошибка сообщается механизмами, описанными ранее в Разделе 6, Подразделе 6.5, и которые имеют дело с сообщениями о состоянии.

Ошибки Команд, применимые к 9100 перечислены ниже; номера ошибки соответствуют определениям SCPI стандарта:

-100, "Command error"  
-101, "Invalid character"  
-103, "Invalid separator"  
-104, "Data type error"  
-105, "GET not allowed"  
-108, "Parameter not allowed"  
-110, "Command header error"  
-111, "Header separator error"

-113, "Undefined header"  
-120, "Numeric data error"  
-121, "Invalid character in number"  
-123, "Exponent too large"  
-124, "Too many digits"  
-150, "String data error"  
-160, "Block data error"  
-161, "Invalid block data"  
-178, "Expression data not allowed"

**ВСЕГДА: записывайте полное содержание сообщения для возможного использования сервисным центром.**

---

#### 8.А.2.2.4. Ошибки исполнения (EXE)

(Только при дистанционной работе)

##### Генерация ошибок исполнения

Ошибка Выполнения генерируется, если полученная команда не может быть выполнена из-за несовместимости с текущим состоянием устройства, или потому, что пытаются ввести параметры, которые выходят за пределы.

При дистанционной работе, EXE бит (4) устанавливается в состояние *истина* в Стандарте, определяющим Байт Состояния События (Event Status Byte), и номер кода ошибки добавляется в конец очереди Ошибки.

##### Сообщения ошибок исполнения

Ошибка обрабатывается механизмами, описанными ранее в *Разделе 6, Подраздел 6.5*, и которые имеют дело с сообщениями о состоянии.

Номера Ошибок Исполнения приводятся ниже с описаниями.

-220, "Parameter error"  
-221, "Settings conflict"  
-222, "Data out of range"  
-223, "Too much data"  
-258, "Media protected"

#### 8.А.2.2.5. Ошибки Запроса (QYE)

(Только при дистанционной работе)

##### Генерация ошибки запроса

Ошибка Запроса генерируется, когда контроллер не в состоянии следовать Сообщению Обмена Управления Протоколом (Message Exchange Control Protocol) следующим образом:

- **DEADLOCK State**

Устройство запросило в буфер большее количество данных, чем участок памяти для хранения; Очередь вывода заполнена, блокируя Установку Ответа (Response Formatter), Управление Исполнения (Execution Control) и Синтаксический анализатор (Parser); Входной Буфер (Input Buffer) заполнен, и контроллер находится в состоянии ожидания, чтобы послать большее количество байтов данных устройству.

- **UNTERMINATED Action**

Контроллер пытается прочитать ответ (Response Message) от устройства, исходно не послав законченный запрос, включая программный признак конца сообщения.

- **INTERRUPTED Action**

Устройство прервано новым программным сообщением прежде, чем закончило посылать ответ.

##### Сообщения ошибок запроса

QYE бит (2) устанавливается в состояние *истина* в стандартно определенном Байте Состояния События, и номер кода ошибки добавляется в конец очереди ошибок. Ошибка определяется механизмами, описанными ранее в *Разделе 6, Подраздел 6.5*, которые имеют дело с сообщениями о состоянии.

**ВСЕГДА: записывайте полное содержание сообщения для возможного использования сервисным центром.**

---

#### 8.A.2.2.6. Аппаратно-зависимые ошибки (DDE)

Аппаратно-зависимая ошибка генерируется, если устройство обнаруживает внутреннюю операционную ошибку (например, во время самотестирования). Бит DDE (3) устанавливается в состояние *истина* в стандартно определенном байте состояния события (ESB) и номер кода ошибки добавляется в конец очереди ошибок.

Описание ошибки появляется на дисплее, оставаясь видимым до тех пор, пока не будет нажата следующая клавиша или не поступит дистанционная команда. Ошибки определяются механизмами, описанными ранее в *Секции 6, Подраздел 6.5*, которые имеют дело с сообщениями о состоянии.

#### 8.A.2.2.7. Аппаратно-зависимые ошибки, о которых сообщается локально на экране лицевой панели

Список ошибок при ручном управлении, которые не передаются удаленному оператору, приведен ниже: Обратите внимание, что *номер* ошибки не будет представлен на экране.

-7001,"Entry contains illegal characters"	-9029,"Top of range"
-7002,"Entered value is outside the allowed range"	-9030,"Bottom of range"
-7016,"Bus address must be within the range 0 - 30"	-9031,"Maximum value"
-7018,"Borderline must be within the range 10.00 - 99.99 %"	-9032,"Minimum value"
-7019,"Entry does not match previous password entry"	-9033,"Illegal rep/width combination"
-9001,"Target too big"	-9034,"Illegal duty/width combination"
-9002,"Target too small"	-9036,"No calibration for this function"
-9003,"Frequency too high"	-9037,"THERMAL limit: reduced output"
-9004,"Frequency too small"	-9038,"Printer is not responding"
-9005,"Level too big"	-9039,"Printer out of paper"
-9006,"Level too small"	-9040,"Invalid test number"
-9007,"Deviation too big"	-9041,"Invalid loop counter"
-9008,"Deviation too small"	-9042,"Illegal offset"
-9009,"Width too big"	-9043,"No more failures to view"
-9010,"Width too small"	-9044,"No more tests to execute"
-9011,"Period too big"	-9045,"Nominal Resistance too big"
-9012,"Period too small"	-9046,"Nominal Resistance too small"
-9013,"Duty too big"	-9047,"Maximum positive phase angle"
-9014,"Duty too small"	-9048,"Maximum negative phase angle"
-9015,"Temperature too big"	-9049,"Cannot change: $\Phi$ ref out still selected"
-9016,"Temperature too small"	-9050,"Cannot change: delta $\Phi$ still selected"
-9017,"High volt lvl equals low volt lvl"	-9051,"Freq too big: 1kHz max when $\Phi$ ref out active"
-9019,"High volt lvl below low volt lvl"	-9052,"Freq too big: 1kHz max when delta $\Phi$ active"
-9020,"Low volt lvl above high volt lvl"	-9053,"Previous test point failed: exceeded UUT spec. limits"
-9021,"Outside amp x freq profile"	-9054,"Target factor is corrupt - select defaults"
-9022,"Syntax error"	-9055,"Only a restricted setting allowed"
-9023,"Number too big"	-9056,"No frequency change allowed"
-9024,"Reached upper boundary"	-9057,"Time marker period too big"
-9025,"Reached lower boundary"	-9058,"Time marker period too small"
-9026,"Up range required"	-9059,"Invalid no. of divisions"
-9027,"Down range required"	
-9028,"No more ranges"	

**ВСЕГДА: записывайте полное содержание сообщения для возможного использования сервисным центром.**

-9060,"Invalid V/div value"	-9068,"Search procedure - Function ID Expected"
-9061,"Illegal V/div, no. of div's combination"	-9069,"Harmonic frequency cannot exceed 3000 Hz".
-9062,"-ve edge not available with 1M\352 load"	-9070,"Cannot change: phase too high".
-9063,"Frequency too big for 1M\352 load"	-9070,"Cannot change: phase at 0\370"
-9064,"Amplitude too big for 50\352 load"	-9071,"Cannot change: phase at \36190\370"
-9065,"Frequency too big for present amplitude"	-9072,"Cannot change: phase at \361180\370"
-9066,"Entered number exceeds limits"	-9073,"Cannot change: aux channel at zero"
-9067,"Search procedure - NO Test point"	

#### 8.A.2.2.8. Аппаратно-зависимые ошибки, о которых сообщается только через интерфейс IEEE-488

Список ошибок при дистанционном управлении, о которых сообщения не выводятся на экран лицевой панели, приведен ниже:

-300,"Device specific error"	-330,"Configuration memory lost"
-312,"PUD memory lost"	-350,"Queue overflow"
-315,"Selftest failed"	

#### 8.A.2.2.9 Аппаратно-зависимые ошибки, о которых сообщается и локально и дистанционно

Ошибки, о которых сообщения выводятся и на экран лицевой панели и через IEEE-488 интерфейс. Обратите внимание, что локально представленные сообщения не содержат *номер* ошибки.

##### Общие

1001,"Overload of power amp"	4008,"Cal is password protected"
1002,"Over temperature"	4009,"Frequency outside limits"
1003,"Over compliance"	4024,"Failed to save (act) factor"
1006,"Overload of HV power supply"	4025,"Failed to save (tgt) factor"
1008,"Overload of output clamp"	4026,"Failed to save (frq) factor"
1009,"MULTIPLE analogue fail flags"	4027,"Failed to save (R-eqV) factor"
1010,"Softkey label too long"	4028,"Limits: R-eqV"
1011,"Confirm with ON"	4029,"Failed to save (act) R-derivd"
1014,"Power output not allowed with 9105 work-mat"	4030,"Failed to save (tgt) R-derivd"
1020,"Unknown keycode"	4031,"Failed to save (act) C-ref"
5010,"Priority OFF received"	4032,"Failed to save (tgt) C-ref"
	4033,"Failed to save (frq) C-ref"
	4034,"Failed to save (C-eqv) factor"
	4035,"Failed to save (cjc) factor"

##### Калибровка

4001,"Corrupt factors:- substitution"	4051,"Cap meas no 1st reading"
4003,"Password incorrect"	4052,"Cap meas no 2nd reading"
4004,"Cal switch not enabled"	4053,"Cap meas outside limits"
4005,"Factory password incorrect"	4055,"Corrupt cal factors"
4006,"Correction block:- invalid"	4056,"Failed -----"
4007,"Amplitude outside limits"	4057,"Corrupt selfcal factor"
	4058,"Corrupt res. ref. factor"
	4059,"Corrupt cold junc diff factor"

Continued Overleaf

**ВСЕГДА: записывайте полное содержание сообщения для возможного использования сервисным центром.**

---

**8.А.2.2.9 Аппаратно-зависимые ошибки, о которых сообщается и локально и дистанционно** *(Продолжение)*

4060, "Corrupt offset DAC factor"  
4061, "Using default DAC factors"  
-7021, "Temperature must be in the range  
00.00 - 50.00"  
-7022, "A valid Cold Junction temperature  
is required"

**Calibration** *(continued)***Характеризация**

4501, "Limits: main DAC gain"  
4502, "Limits: composite DAC zero"  
4503, "Limits: trim DAC gain"  
4504, "Limits: offset DAC gain"  
4505, "Limits: main DAC linearity"  
4506, "Failed to write to flash RAM"  
4507, "Limits: gain of 2 zero"  
4508, "Limits: gain of 0.5 zero"  
4509, "Limits: DAC output zero"  
4510, "Limits: 0.75 buffer zero"  
4511, "Limits: DAC positive zero"  
4512, "Limits: DAC negative zero"  
4513, "Limits: DAC positive FR"  
4514, "Limits: DAC negative FR"  
4515, "Limits: DAC \361FR ratio"  
4516, "Limits: DAC max - DAC min"  
4517, "Limits: resistor ratios"  
4518, "Failed to save resistor ratios"  
4519, "Limits: main DAC offset"  
4520, "Failed to save impedance offset"  
4521, "LF AC Chrctn impossible: default set"  
4522, "Excess LF AC flatness"  
4523, "Failed to save DDS lfac error"  
4524, "Limits: Gain of 1 zero"  
4525, "Limits: PWR DAC gain"  
4526, "Limits: PWR trim DAC gain"  
4527, "Limits: PWR DAC zero"  
4528, "Limits: PWR DAC linearity"

**ЦАП (DAC) компенсация**

5001, "Corrupt main DAC gain"  
5002, "Corrupt trim DAC gain"  
5003, "Corrupt composite DAC zero"  
5004, "Corrupt lookup table"  
5005, "Corrupt Vmax. Vmin"  
5006, "Corrupt +ve zero (DAC)"  
5007, "Corrupt -ve zero (DAC)"  
5008, "Corrupt polarity gain (DAC)"  
5009, "Corrupt LFAC correction"  
5011, "Gain request limited"  
5012, "Failed to read from flash RAM"

**Компенсация холодного перехода**

5020, "Invalid CJC measurement -  
default to 25°C"  
5021, "Temperature table: no entry found"

**Конфигурация**

4002, "Failed to save configuration"  
-7003, "Day entry is not a valid number"  
-7004, "Day separator is incorrect"  
-7005, "Month entry is not a valid number"  
-7006, "Month separator is incorrect"  
-7007, "Century entry is not a valid  
number"  
-7008, "Year entry is not a valid number"  
-7009, "Year separator is incorrect"  
-7010, "Month entry is not a valid month"  
-7011, "Day entry is not a valid day"  
-7012, "Hours entry is not a valid number"  
-7013, "Minutes entry is not a valid  
number"  
-7014, "Entry does not give a valid time  
setting"  
-7017, "Safety Voltage must be in the  
range 10.00 V -110.000 V"  
-7031, "The transducer scaling factor must  
be between 45 uV and 10 mV"

**ВСЕГДА: записывайте полное содержание сообщения для возможного использования  
сервисным центром.**

---

## Раздел 9. Поверка спецификаций калибратора 9100

---

### 9.2 Необходимость поверки

#### 9.2.1 Заводская калибровка и прослеживаемость

Заводская калибровка калибратора 9100 гарантирует полную прослеживаемость до и включая Национальные эталоны. Его прослеживаемые величины погрешности даны в спецификациях, которые приведены в *Разделе 7* и все касаются 1-годичного калибровочного интервала. Эти величины включают всю неопределенность калибровки, включая неопределенность Национальных эталонов, и поэтому представляют абсолютные погрешности.

#### 9.2.2 Поверка при получении от завода

Каждый поступивший калибратор 9100 имеет свидетельство о калибровке, в котором приведены детальные результаты ее выполнения перед отгрузкой. Однако, многие организации желают подтверждения, что все характеристики приборов находятся в пределах объявленных спецификаций по получении их от изготовителя. Этот не только подтверждает их значения при покупке, но и дает отправную точку для последующего использования прибора.

Такая проверка возможна, если организация пользователя имеет подходящее эталонное оборудование, с необходимой прослеживаемой погрешностью. При отсутствии таких эталонов, пользователи могут обратиться к внешним организациям для проверки погрешности калибраторов 9100, вероятно также с помощью этих организаций, чтобы повторно калибровать прибор в соответствующих интервалах. Для пользователей, которые желают локально выполнить поверку или перекалибровку 9100 без необходимости отправлять 9100 в лаборатории калибровки, модель Wavetek 4950 Multifunction Transfer Standard (многофункциональный эталон передачи) может использоваться автоматически для калибровки и/или поверки погрешности 9100, с использованием управляющего программного обеспечения (на основе PC) 4950 MTS.

#### 9.2.3 Поверка после калибровки пользователем

Когда 9100 калибруется относительно калибровочных эталонов, что детально описано в *Разделе 10* этого руководства, его предкалибровочные и послекалибровочные характеристики в каждой точке калибровки могут быть легко оценены как часть процедуры калибровки. Однако, некоторые организации предпочитают выполнять отдельно пред- и послекалибровочные поверки.

---

### 9.3 Требуемое оборудование

Как заявлено ранее, калибровочные эталоны, необходимые для поверки пределов спецификаций 9100, должны обладать необходимой прослеживаемой погрешностью. Общепринятое минимальное испытательное отношение неопределенности (отношение погрешности 9100 в точке поверки и абсолютной погрешности эталона, используемого для поверки в этой точке) (TUR) - 3:1 должно применяться во всех точках для проверки погрешности 9100.

Также необходимо обратить внимание, чтобы измерительное оборудование использовалось в пределах оптимальных выходных условий калибратора 9100, как определено в таблицах погрешностей, приведенных в *Разделе 7* этого руководства - то есть измерительное оборудование должно быть способно работать в пределах оговоренных согласованных пределов 9100 так, чтобы никакие дополнительные погрешности не принимались во внимание.

### 9.4 Межсоединения

Вид межсоединений, которые требуются для гарантии оптимальных условий поверочных измерений, будет зависеть от поверяемых функций и от измерительного оборудования, подключенного к клеммам калибратора 9100. Для функций, которые могут быть непосредственно калиброваны (постоянное и переменное напряжения, постоянный и переменный ток, сопротивление и емкость) варианты подключения показаны в соответствующей части *Раздела 10: Калибровка 9100*, в этом руководстве.

---

## 9.5 Поверочные точки

Спецификации погрешности, приведенные в *Разделе 7* этого руководства, охватывают полный диапазон выходных величин, которые может генерировать калибратор 9100, и эти погрешности могут быть поверены в любых точках этих выходных диапазонов.

Поскольку фактические выбранные поверочные точки будут зависеть в большой степени от прослеживаемой точности измерительного оборудования, используемого для измерения выходов калибратора 9100, то обсуждение точного выбора поверочных точек для каждой функции 9100 выходит за рамки данного руководства. Однако при выборе поверочных точек необходимо принимать во внимание следующие рекомендации:-

- 1) Там, где спецификация калибратора 9100 разбита на несколько различных выходных амплитуд и/или полос частот, точки поверки должны быть близки к верхней и нижней границе этих промежутков.

Для функций 9100, которые могут быть калиброваны непосредственно (постоянное и переменное напряжения, постоянный и переменный ток, сопротивление и емкость) значения по умолчанию или рекомендуемые "калибровочные точки", приведены в *Разделе 10: Калибровка 9100* и могут использоваться как подходящие точки поверки.

- 2) Емкостные мосты вообще не подходят для поверки выходов емкости 9100 по ряду причин. Во-первых, емкостные мосты слишком неточны при требуемых критических частотах и импедансе для поверки полного диапазона выходов емкости калибратора 9100 (от 0.5 нФ до 40 мФ). Во-вторых, мосты часто заземляют одну из выходных клемм 9100, что ведет к некорректной работе (9100 предназначен для полностью плавающих нагрузок). Подходящая методика сравнительных измерений, использующая набор эталонных конденсаторов и плавающий измеритель емкости, описана в подразделе калибровки емкости *Раздел 10: Калибровка модели 9100*, в этом руководстве.

## 9.6 Вычисление абсолютных пределов спецификации

Для каждой выбранной поверочной точки необходимо вычислить абсолютные пределы измерения, которые будут использоваться для принятия решения - действительно ли характеристики 9100 находятся в пределах спецификации. Как упомянуто ранее, спецификации погрешности, приведенные в *Разделе 7* этого руководства - это абсолютные погрешности, которые включают все неопределенности, влияющие на калибровку 9100, включая неопределенности Национальных эталонов.

Чтобы результаты поверки были значимыми, измерительная установка, которая используется для проверки погрешности калибратора 9100, должна иметь отдельную прослеживаемость к тем же самым Национальным эталонам. Неопределенность, связанная с этой прослеживаемостью, должна быть принята во внимание при определении абсолютных поверочных пределов в выбранных точках поверки.

Чтобы гарантировать, что условия самого плохого случая приняты во внимание, поверочные пределы должны рассчитываться следующим образом (пример приводится по шагам, чтобы помочь пониманию):-

1. Для соответствующей таблицы функций в *Разделе 7* этого руководства, определите диапазон калибратора 9100, в котором находится требуемая поверочная точка. Используйте погрешность калибратора 9100 в этом диапазоне, которая приведена в форме доли значения выхода плюс постоянное значение (смещение).  
Пример: для поверочной точки величиной 2 В, погрешность спецификации 9100 равна:-  
 $0.006\% + 41.6 \text{ мкВ}$
2. Умножьте значение точки поверки на величину **доли выходного значения**, приведенную в спецификации.  
 $(2 \times 0.006)/100 = 0.00012$
3. Прибавьте **постоянное значение**, приведенное в спецификации, к результату, полученному в пункте 2, принимая во внимание любой множитель **единиц**, например мк ( $\times 10^{-6}$ ), м ( $\times 10^{-3}$ ) и т.д., приведенный для величины **Пост.** Это даст сумму погрешности спецификации в виде «**Доля выхода + Постоянная**» для калибратора 9100 при данной величине поверочной точки.  
 $0.00012 + 41.6 \times 10^{-6} = 0.0001616$
4. Прибавьте результат, полученный в пункте (3), к величине точки поверки для получения «верхнего» предела для выхода 9100.  
 $2 + 0.0001616 = 2.0001616$
5. Отнимите результат, полученный в пункте (3), от величины точки поверки для получения «нижнего» предела для выхода 9100.  
 $2 - 0.0001616 = 1.9998384$

	<p>Если фактическое значение выхода лежит между верхним и нижним пределами, рассчитанными в пунктах (4) и (5), то погрешность калибратора 9100 будет в пределах его заявленной спецификации погрешности. Однако при решении применимости тестовых пределов к поверочным измерениям необходимо также принять во внимание погрешность, с которой измерительное оборудование может измерить этот выход.</p> <p>Например, если выход 2 В напряжения постоянного тока калибратора 9100 был фактически 2.0001616 В, то это было бы все еще в пределах его спецификации погрешности. Однако, вольтметр с прослеживаемой погрешностью 10 ppm при 2 В может измерить это значение как 2.0001816V, что будет означать, что 9100 находится вне его указанной погрешности. Чтобы получить истинные пределы для поверочных измерений, необходимо добавить полную неопределенность измерительной установки к пределам, полученным в пунктах (4) и (5) следующим образом:</p> <p>6. Определите прослеживаемую абсолютную погрешность (включая неопределенность Национальных эталонов) измерительной установки для значения поверочной точки. Для вольтметра, погрешность которого равна 10 ppm, абсолютная погрешность при 2 В равна 0.00002 В.</p> <p>7. Добавьте число, определенное в пункте (6) к верхнему пределу выхода, полученному в пункте (4), чтобы получить верхний поверочный предел. <math>2.0001616 + 0.00002 = 2.0001816</math></p> <p>8. Отнимите число, определенное в пункте (6) от нижнего выходного предела, полученного в пункте (5), чтобы получить нижний поверочный предел. <math>1.9998384 - 0.00002 = 1.9998184</math></p> <p>9. Убедитесь, что результат, полученный на измерительной установке при измерении выхода 9100, находится между верхним и нижним поверочными пределами, полученными в пунктах (7) и (8). Если показания вольтметра меньше, чем 1.9998184 В или больше, чем 2.0001816 В, значит погрешность 9100 находится <i>вне пределов</i> спецификации при 2 В.</p> <p>10. Чтобы быть <i>абсолютно уверенным</i>, что 9100 находится в <i>пределах</i> своей спецификации, необходимо чтобы неопределенность измерительной установки была полностью учтена. Это означает, что в пункте (7), когда добавлялась погрешность измерительной установки, полученную в пункте (6), теперь необходимо вычесть ее [а в пункте (8) - добавить]. <math>2.0001616 - 0.00002 = 2.0001416</math> <math>1.9998384 + 0.00002 = 1.9998584</math></p> <p><b>Замечание:</b> в пункте (9), мы можем говорить, что 9100 достигают его спецификации погрешности, но с 2-х кратной погрешностью измерительной установки. Если показания вольтметра больше, чем 1.9998584 В или меньше, чем 2.0001416 В, значит 9100 находится <i>в пределах</i> своей спецификации погрешности при 2 В.</p> <p>В пункте (10), мы удалили эту 2-х кратную неопределенность, так что если результат находится внутри пределов, то 9100 соответствует спецификации погрешности на 100 %.</p>
--	--



---

## Раздел 10. Калибровка модели 9100

### 10.1. О разделе 10

Раздел 10 описывает общие процедуры для калибровки модели 9100. В нем Вы найдете рекомендуемые методы калибровки, тонкости параметров, требующих калибровки и процедуры, необходимых для их калибровки.

Эта раздел делится на следующие подразделы:

#### 10.2. Режим калибровки модели 9100

*Выбор режима калибровки, специальная и стандартная калибровки.*

#### 10.3. Стандартная калибровка — Basic Sequences

*Использование функций, выбор параметра и экраны калибровки*

#### 10.4. Калибровка функций калибратора 9100 с использованием средств управления лицевой панели

*Перечень калибровочных точек, требуемое оборудование, межсоединения, процедуры и записи для всех функций, требующих калибровки.*

#### 10.5. Дистанционная калибровка модели 9100 через IEEE-488 интерфейс Система модели 4950 MTS.



---

## 10.2. Режим калибровки модели 9100

### 10.2.1 Введение

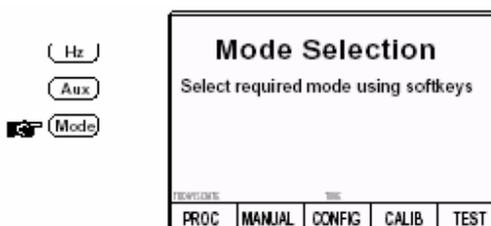
Данный раздел описывает правила использования режима калибровки (Calibration Mode). Рассматриваются следующие темы:

- 10.2.2 Выбор режима
  - 10.2.2.1 Клавиша 'Mode' (Режим)
  - 10.2.2.2 Экран 'Mode Selection' (Выбор режима)
- 10.2.3 Выбор режима калибровки
  - 10.2.3.1 Переключатель «Calibration Enable»
  - 10.2.3.2 Пароль
  - 10.2.3.3 Экран режима калибровки
  - 10.2.3.4 Экранные функциональные кнопки режима калибровки
- 10.2.4 Специальная калибровка
  - 10.2.4.1 Выбор специальной калибровки
  - 10.2.4.2 Экран выполнения операции «Characterise DAC»
  - 10.2.4.3 Ошибки процесса характеризации ЦАП
- 10.2.5 Калибровка холодного спая (перехода)
  - 10.2.5.1 Пояснение
  - 10.2.5.2 Выбор COLD JUNC CALIB
  - 10.2.5.3 Ввод величин температуры
  - 10.2.5.4 Идентификация CJC приставки
  - 10.2.5.5 Требуемое оборудование
  - 10.2.5.6 Уменьшение ошибки
  - 10.2.5.7 Процедура калибровки холодного спая
- 10.2.6 Стандартная калибровка (**STD CAL**)
  - 10.2.6.1 Выбор функции
  - 10.2.6.2 Экранные функции режима калибровки (Cal Mode)
  - 10.2.6.3 Аппаратные конфигурации
- 10.2.7 Краткий обзор операций калибровки

## 10.2.2. Выбор режима

### 10.2.2.1. Клавиша 'Mode' (Режим)

Выбор любого из пяти рабочих "Режимов" модели 9100 при нажатии кнопки 'Mode' в правой нижней части ЛИЦЕВОЙ панели калибровочной системы 'CALIBRATION SYSTEM'. Это ведет к появлению экрана выбора режима, показанного ниже.



### 10.2.2.2. Экран 'Mode Selection' (Выбор Режима)

Меню экрана выбора режима позволяет выбрать любой из следующих рабочих режимов:-

<b>PROC</b>	<b>Procedure mode</b>	– Режим процедур
<b>MANUAL</b>	<b>Manual mode</b>	– Ручной режим
<b>CONFIG</b>	<b>Configure mode</b>	– Режим конфигурации
<b>CALIB</b>	<b>Calibration mode</b>	– Режим калибровки
<b>TEST</b>	<b>Selftest mode</b>	– Режим самотестирования

Каждый режим выбирается нажатием соответствующей экранной функциональной кнопки, после чего отображается новое экранное меню, связанное с выбранным режимом. (**Замечание:** для появляющегося экранного меню калибровки должны быть выполнены некоторые другие условия - см. далее).

## 10.2.3 Выбор режима калибровки

Следующие два условия должны быть выполнены прежде, чем экран меню режима калибровки может быть доступен:-

- Переключатель «Calibration Enable» на задней панели должен быть установлен в положение «ENABLE».
- Через клавиатуру лицевой панели должен быть введен пароль доступа к режиму калибровки.

### 10.2.3.1. Переключатель «Calibration Enable» (Доступ к калибровке)

DIP-переключатель «Calibration Enable» доступен через выемку в задней панели калибратора 9100 при использовании маленькой отвертки.

**Cal Key Disabled** Если переключатель «Calibration Enable» находится в положении «DISABLE», то любые попытки выбрать режим калибровки, нажимая экранную кнопку «CALIB» приведет к отображению подсказки "Calibration switch not enabled! - Переключатель калибровки не включен!" и доступ к режиму калибровки не будет разрешен.

**Cal Key Enabled** При переключателе Calibration Enable, установленном в положение 'ENABLE' нажатие экранной кнопки «CALIB» приведет к сообщению «Password Entry for Calibration - Введите пароль для калибровки».



### 10.2.3.2. Пароль

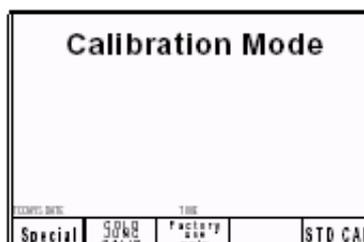
Прежде, чем экранное меню режима калибровки будет отображено, Вы должны ввести пароль, разрешающий калибровку, используя алфавитно-цифровую клавиатуру калибратора 9100. Для информации об исходном пароле при «отгрузке» и о методе изменения его на пароль пользователя, обратитесь к *Разделу 3.3.2.23 Руководства Пользователя Универсальной Калибровочной Системы модели 9100 - Том 1 - Эксплуатация.*

При вводе каждого символа в пароле, защитные пиктограммы будут появляться на экране, как показано выше. Как только правильный пароль введен, нажатие кнопки Enter (Ввод) '↵', приведет к экранному меню режима калибровки Calibration Mode – (Режим калибровки). Если пароль неправилен, то будет отображено сообщение об ошибке «PASSWORD INCORRECT» (ПАРОЛЬ НЕПРАВИЛЬНЫЙ), защитные пиктограммы пропадут, предлагая снова сделать попытку ввода правильного пароля.

'EXIT' - данная экранная кнопка возвратит к экрану выбора режима.

### 10.2.3.3 Экран режима калибровки

Если переключатель CAL ENABLE установлен в положение «ENABLE» и введен правильный пароль, то появляется экранное меню режима калибровки «Calibration Mode», приведенное ниже.



### 10.2.3.4 Экранные функциональные кнопки режима калибровки

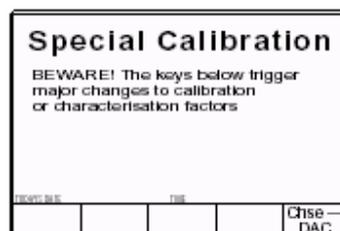
Активны следующие функциональные кнопки экрана:-

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Special</b>                 | Переход к специальному калибровочному меню, для выполнения калибровочной операции «Chse DAC» (характеризация цифро-аналогового преобразователя), которая должна выполняться непосредственно перед выполнением стандартной перекалибровки калибратора 9100.   |
| <b>COLD<br/>JUNC<br/>CALIB</b> | «Reference Junctions» (опорные переходы) используются в функции температуры (термопары) и находятся во внешнем модуле, чья внутренняя температура контролируется автоматически калибратором 9100. Это особенность позволяет контролировать используемые калибруемые цепи. Калибровка выполняется измерением температуры внешних опорных переходов и вводом измеренного значения в калибратор 9100 через лицевую панель или дистанционно через шину IEEE-488. |
| <b>Factory<br/>use only</b>    | Относится к калибровочным операциям "заводских настроек", которые могут быть выполнены при введении специального пароля. Эти операции калибровки выполняются при изготовлении прибора, или после некоторых типов ремонтов.   |
| <b>STD<br/>CAL</b>             | Переход к пользовательским экранам управления для внешней стандартной калибровки каждой функции калибратора 9100, разрешенных к калибровке.  |

## 10.2.4. Специальная калибровка (Special Calibration)

### 10.2.4.1. Выбор специальной калибровки

Нажатие функциональной кнопки **Special** на экране **Calibration Mode** осуществляет переход к экрану **Special Calibration** (Специальная калибровка) показанному ниже, в котором активна только одна функциональная кнопка, обозначенная **Chse — DAC** (Characterise DAC).



Операция характеризации DAC (ЦАП) состоит из набора полностью автоматических внутренних регулировок, который, используя метод отношений, калибрует отношения резисторов и отклик на переменном сигнале (AC).

**Chse-DAC** также проверяет и калибрует линейность 20-битового ЦАП калибратора 9100, который используется для установки амплитуды его аналоговых выходных функций. Эти регулировки выполняются непосредственно перед стандартной калибровкой калибратора 9100, как подробно описано в последующих подразделах этого руководства.

**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ!** Не нажимайте функциональную кнопку **Chse - DAC**, если Вы не данную операцию как часть разрешенной перекалибровки калибратора 9100. Хотя внутренние операции регулировки, которые при этом проходят, незначительно изменяют полную калибровку прибора, они введут небольшое «искусственное» смещение в его характеристику дрейфа. Если Ваша компания поддерживает временные отчеты характеристики дрейфа калибратора между калибровками (например, с целью статистического управления процессом всей системы контроля качества), то это искусственное смещение должно быть определено и, соответственно, зарегистрировано в этих отчетах. Нет никаких преимуществ в характеристиках при выполнении Характеризации DAC иным способом, чем при выполнении Стандартной калибровки функций 9100.

---

#### 10.2.4.2 Экран выполнения операции 'Characterise DAC' (Характеризация ЦАП)

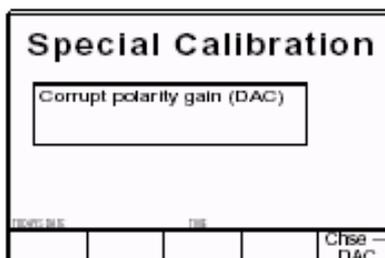
Ниже перечислены экранные сообщения, которые отображаются при выполнении процедуры Characterise DAC, вместе с выполнением связанных внутренних операций:-

<b>Characterisation clear RAM</b>	Очищает все существующие калибровочные константы, связанные с выполнением характеристики (Characterise DAC).
<b>Characterisation polarity</b>	Устанавливает истинный ноль для выхода ЦАП (DAC).
<b>Characterisation impedance</b>	Устанавливает истинные отношения ряда резистивных делителей, которые необходимы для установки некоторых выходных величин калибратора 9100.
<b>Characterisation LF AC flatness</b>	Устанавливает равномерный частотный отклик модели 9100 при цифровом синтезе низкочастотных выходных сигналов.
<b>Characterisation DAC gains</b> сопровождаемые <b>Characterisation n = xxxxx</b>	Измеряет выход ЦАП более, чем в 4000 различных точках и исправляет любые обнаруженные ошибки линейности. Отображенный номер 'n' представляет текущий номер теста.

Когда все действия операции Характеризации DAC выполнены (полный процесс занимает примерно 20 минут), Вы вернетесь к экрану **Выбора Режима (Mode Selection) 9100**.

### 10.2.4.3. Ошибки процесса характеристики ЦАП ('Characterise DAC')

Если по какой-либо причине калибратор 9100 неспособен завершить одну или несколько операций «Характеризации ЦАП», отображаются сообщения об ошибках, подобные показанным ниже, и, заданные по умолчанию, коэффициенты поправок будут записаны в энергонезависимую память калибратора 9100.



Хотя эти, заданные по умолчанию, коэффициенты поправок позволят калибратору 9100 оставаться функциональным, Вы **не должны** продолжать калибровку, пока причина ошибки не будет установлена и устранена. В большинстве случаев, возникновение такого типа ошибок подразумевает неправильную работу калибратора 9100 и Вы должны проконсультироваться с вашим местным сервис-центром для получения помощи. Однако, перед тем, как это сделать, необходимо повторить процесс "Характеризации ЦАП", чтобы удостовериться, что отказ был 'реален', а не вызван внешними причинами, типа перепадов напряжения сети питания калибратора 9100.

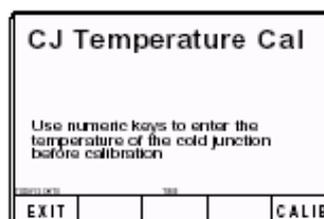
## 10.2.5. Калибровка холодного спая (перехода) (Cold Junction)

### 10.2.5.1. Пояснение

Образцовые холодные спаи (Переходы), используемые в функции температуры (термопары), размещены во внешнем модуле ('CJC Pod' - переходная приставка), чья внутренняя температура автоматически контролируется основным калибратором 9100. CJC переходная приставка калибруется для использования со специфическим основным калибратором 9100, и - не взаимозаменяема между калибраторами 9100, если не выполнена перекалибровка. Калибровка выполняется внешним измерением температуры образцовых переходов, после чего измеренное значение вводится через лицевую панель или дистанционно через шину IEEE-488.

### 10.2.5.2. Выбор COLD JUNC CALIB

При нажатии функциональной кнопки **COLD JUNC CALIB** экрана режима калибровки (**Calibration Mode**) происходит переход к экрану **CJ Temperature Cal**, с двумя активными кнопками: **EXIT** и **CALIB**:



**EXIT** возвращает к экрану режима калибровки (Calibration Mode).  
**CALIB** выполняет калибровку, как часть процедуры, описанной в параграфе 10.2.5.7.

### 10.2.5.3. Ввод величин температуры

При выполнении калибровки, есть три главных ошибки, которые могут вызвать экранные сообщения. Они появляются в прямоугольнике выше текста, уже находящегося на экране:

- Если экранная кнопка 'CALIB' нажата прежде, чем числовое значение было полностью введено (включая нажатие кнопки  $\rightarrow$ ), тогда появится следующее сообщение:

A valid Cold Junction temperature is required

- Если экранная кнопка 'CALIB' нажата после ввода числового значения, но модуль образцового перехода не подключен, то появится следующее сообщение:

Invalid CJC measurement — default to 25°C

- Если экранная кнопка 'CALIB' нажата после ввода числового значения, которое находится вне диапазона 0-50, то появится следующее сообщение:

#### **10.2.5.4. Идентификация СJS приставки**

Поскольку СJS приставка калибруется вместе со специфическим основным калибратором 9100, и данные поправок для приставки поддерживаются в энергонезависимой памяти основного калибратора, прослеживаемость поддерживается только тогда, когда приставка используется с тем же самым основным калибратором. В тех организациях, где есть больше одного 9100 и приставка, есть потребность идентифицировать основной калибратор 9100 для каждой приставки.

#### **10.2.5.5 Требуемое оборудование**

При калибровке, использующей средства управления лицевой панели, процедура требует калиброванного прослеживаемого платинового термометра сопротивления (Resistance Temperature Detector - RTD) с характеристикой  $0,385 \text{ Ом}/^\circ\text{C}$ , диаметром 3 мм (например, PRT датчика компании Wavetek, номер 401233 - прослеживаемая калибровка с погрешностью  $\pm 10 \text{ мОм}$  при 100 Ом). Испытательное отношение неопределенности этой комбинации по отношению к спецификации функции RTD калибратора 9100 должно быть, по крайней мере, 3:1 при требуемой температуре калибровки между  $0^\circ\text{C}$  и  $50^\circ\text{C}$ .

Альтернативно, такой же PRT может использоваться с цифровым мультиметром (например: Wavetek модели 1271), чей 100 Ом или 1 кОм диапазоны - прослеживаемо калиброваны при 100 Ом с погрешностью лучше, чем 0,013 Ом. Источник тока должен быть ограничен величиной  $1 \text{ mA} \pm 20 \%$ , чтобы избежать ошибки саморазогрева PRT. Формула для преобразования сопротивления в температуру приведена в *параграфе 10.2.5.7*.

При дистанционном управлении, может быть использована модель Wavetek 4950 Multifunction Transfer Standard, вместе с программным обеспечением управления MTS, для автоматического поддержания этой процедуры.

#### **10.2.5.6 Уменьшение ошибки**

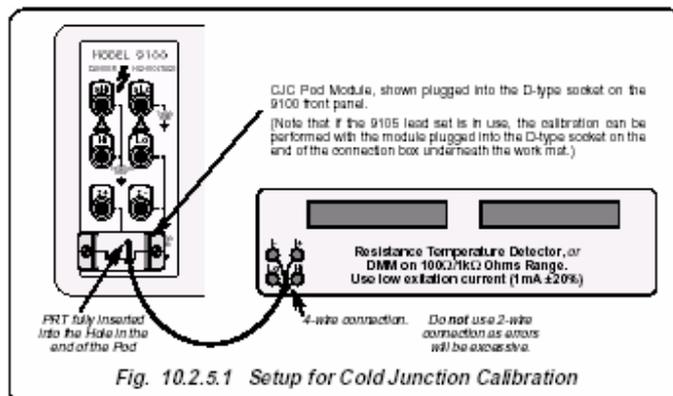
Любые ошибки при внешних измерениях температуры образцового перехода могут быть связаны с условиями окружающей среды и/или плохой методикой. Для минимизации этих ошибок необходимо применять следующие методы:

- Минимизировать все работы с модулем, PRT и проводами, во избежание изменения температуры.
- Все измерения, связанные с модулем образцового перехода, экранируются от сквозняков, особенно от близко работающих вентиляторов.
- Перед регистрацией любых результатов, необходимо выдержать время и позволить результатам стабилизироваться.

*Продолжение далее*

### 10.2.5.7. Процедура калибровки холодного спая

1. Настройка теста Соединить калибровочное оборудование, как показано на Рис. 10.2.5.1 и позволить ему стабилизироваться по температуре в течение часа, чтобы устранить любые эффекты, связанные с температурой.
2. 9100 На экране **Calibration Mode**, выбрать '**COLD JUNC CALIB**' чтобы увидеть экран **CJ Temperature Cal**.
- Пункт (3) применяется только тогда, когда RTD используется для температурных измерений:
3. RTD Проводить измерения температуры до тех пор, пока показания не стабилизируются, затем записать окончательный результат.
- Пункты (4 и 5) применяются, когда для измерений сопротивления используется цифровой мультиметр (DMM):
4. DMM Проводить измерения сопротивления PRT до тех пор, пока показания не стабилизируются, затем записать окончательный результат.
5. Показания DMM Используйте формулу, приведенную ниже, для вычисления температуры PRT:
- $$\text{PRT Temp. (}^{\circ}\text{C)} = \frac{(C - A) R - (BC + DA)}{D - B}$$
- Где:
- A = действительная температура ( $^{\circ}\text{C}$ ) PRT в номинальной калибровочной точке  $0^{\circ}\text{C}$ ;
  - B = действительное калиброванное сопротивление при температуре 'A';
  - C = действительная температура ( $^{\circ}\text{C}$ ) PRT при верхней номинальной калибровочной точке;
  - D = действительное калиброванное сопротивление при температуре 'C';
  - R = Измеренная величина сопротивления, записанная в пункте (4).
6. 9100
- a. Используйте числовую клавиатуру для ввода результирующей температуры образцового перехода (число в градусах Цельсия с двумя десятичными знаками). Числа появятся внутри прямоугольника в нижней части экрана.
  - b. Нажмите клавишу  $\leftarrow$ . Введенное число останется, но прямоугольник пропадет.
  - c. Немедленно нажмите экранную кнопку **CALIB** для выполнения калибровки.
7. RTD/DMM Если во время вычисления/ввода температуры PRT и нажатия кнопки **CALIB** температура PRT изменится на  $0.03^{\circ}\text{C}$  или больше (или показания DMM больше, чем на  $0.01 \text{ Ом}$ ), повторите действия по пунктам (5), (6) и (7).
8. 9100 Нажмите экранную кнопку **EXIT**, чтобы вернуться к экрану режима калибровки (Calibration Mode).
9. CJC приставка Убедитесь, что правильный серийный номер калибратора 9100 написан на идентификационной табличке приставки. Если нет, удалите старый номер и впишите правильный номер. Убедитесь, что все другие записи правильно отражают соответствующую связь 9100/приставка.



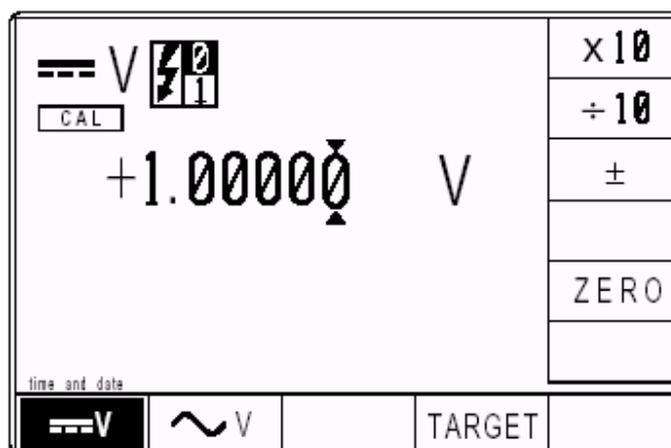
**Рис. 10.2.5.1. Подключения при калибровке холодного спая.**

## 10.2.6. Стандартная калибровка (STD CAL)

### 10.2.6.1. Выбор функции

Pressing the 'STD CAL' screen softkey displays the DC Voltage CAL mode function screen shown below, which always appears when you first enter Standard Calibration.

Нажатие экранной функциональной кнопки 'STD CAL' показывает функциональный экран режима калибровки постоянного напряжения (CAL), приведенный ниже, который всегда появляется при первом включении стандартной калибровки (Standard Calibration).



Если Вы желаете калибровать другие функции, которые доступны для пользовательской калибровки, то они могут быть выбраны таким же образом, как и обычной работе - то есть напряжение, ток и сопротивление выбираются просто при нажатии на соответствующую кнопку лицевой панели, переменное напряжение выбирается из экранных функций постоянного напряжения, а емкость выбирается через кнопку **Aux** и экранное меню Auxiliary Function (дополнительные функции) (см. *Раздел 4 Руководства пользователя универсальной калибровочной системы модели 9100 - Том 1 - Эксплуатация*).

Обратите внимание, что частота, проводимость, функции температуры и логические функции 9100 не могут быть калиброваны внешне (они или получены непосредственно из функций, которые *могут* быть калиброваны или калиброваны 'для срока службы' в процессе изготовления). Попытка выбрать эти функции, когда калибратор 9100 находится в режиме CAL, приведет к сообщению об ошибке, которое выводится на дисплей:-

No calibration for this function  
Калибровка для данной функции не предусмотрена

### 10.2.6.2 Экранные функции режима калибровки (Cal Mode)

Управление выходной величиной в режиме калибровки CAL для каждой функции по существу то же самое, как и для нормальной работы. Например, функциональные клавиши **x10** и **÷10** соответственно умножают и делят текущую выходную величину на 10, кнопка  $\pm$  изменяет полярность выхода, и клавиша **ZERO** устанавливает выход, равный нулю. Нет никаких кнопок «Deviation» (Отклонение), ( $\Delta$  %) или «Offset» (Смещение) ( $\Delta V$ ,  $\Delta \Omega$  и т.д.), но есть новая функциональная кнопка, которая появляется только в режиме **CAL**, обозначенная как «**TARGET**» (**Цель**).

В режиме калибровки (**CAL**), цель экранных функций - устанавливать калибратор 9100 в различные «аппаратные конфигурации», требуемые во время калибровки.

### 10.2.6.3 «Аппаратные конфигурации»

Хотя для оператора кажется, что все функции 9100 имеют один непрерывный диапазон, который охватывает полный диапазон значений выхода от самого низкого до самого высокого (например, для напряжения постоянного тока от -1050 В до +1050 В), калибратор 9100 имеет внутренние устройства типа делителей напряжения и усилителей мощности, которые должны включать и выключать его цепи для достижения некоторых областей этого полного диапазона. Поскольку каждая из этих цепей включается и выключается, то «аппаратная конфигурация» калибратора 9100 изменяется.

Поскольку каждая из этих схем вводит небольшое смещение и ошибки усиления в выход 9100, эти ошибки должны быть компенсированы для поддержания высокого уровня характеристик калибратора 9100. Калибровка 9100 позволяет связать смещение и ошибки усиления с каждой определенной «аппаратной конфигурацией», так, чтобы они были скомпенсированы в цифровой форме встроенным управляющим микропроцессором прибора. Микропроцессор делает это применяя цифровые коэффициенты поправок к выходной величине, выбранной оператором, таким образом, чтобы фактический аналоговый выход калибратора 9100 точно соответствовал выбранной величине. Результат - высокоточный и линейный выходной отклик для каждой функции во всем выходном диапазоне.

Индивидуальные «аппаратные конфигурации» калибруются точным измерением их аналоговых выходов в двух или более точках, используя калибровочный эталон более высокого уровня (например, цифровой мультиметр с длинной шкалой уровня «лаборатории эталонов»). В большинстве случаев эти «целевые калибровочные точки» - значения, близкие к отрицательным и положительным границам нагрузочной способности аппаратной конфигурации (например, при -1000 В и +1000 В для функции постоянного напряжения, когда усилитель мощности включен).

---

### 10.2.7 Краткий обзор операций калибровки

В общем, калибровка каждой «аппаратной конфигурации» калибратора 9100 может быть разделена на три стадии следующим образом:-

- 1) Выбор требуемой «аппаратной конфигурации»
- 2) Выбор двух или более величин «целей», в которых эта аппаратная конфигурация будет калиброваться.
- 3) Определение ошибки выхода калибратора 9100 в каждой из этих целевых величин.

Как упомянуто ранее, вводный **функциональный экран** позволяет выбрать правильную аппаратную конфигурацию.

Нажатие функциональной кнопки **TARGET** позволяет перейти к экрану **выбора цели (target selection)**, где можно использовать рекомендуемые калибровочные целевые значения или значения, использованные во время последней калибровки.

Выбор одного из целевых значений, отображенных на экране выбора цели (при нажатии соответствующей функциональной кнопки **Factor (Коэффициент)**) перемещает Вас к экрану '**калибровки**', где Вы можете произвольно изменять целевое значение перед измерением ошибки выхода и вычислением компенсирующего поправочного коэффициента.

Эти три стадии описаны более подробно в *Разделе 10.3*, в то время как описание последовательности калибровки для каждой индивидуальной функции приведено в *Разделе 10.4*.

Диаграмма процесса, показанная далее суммирует действия оператора, необходимые для входа в режим калибровки (Calibration) и последующего выбора соответствующей функции для калибровки.

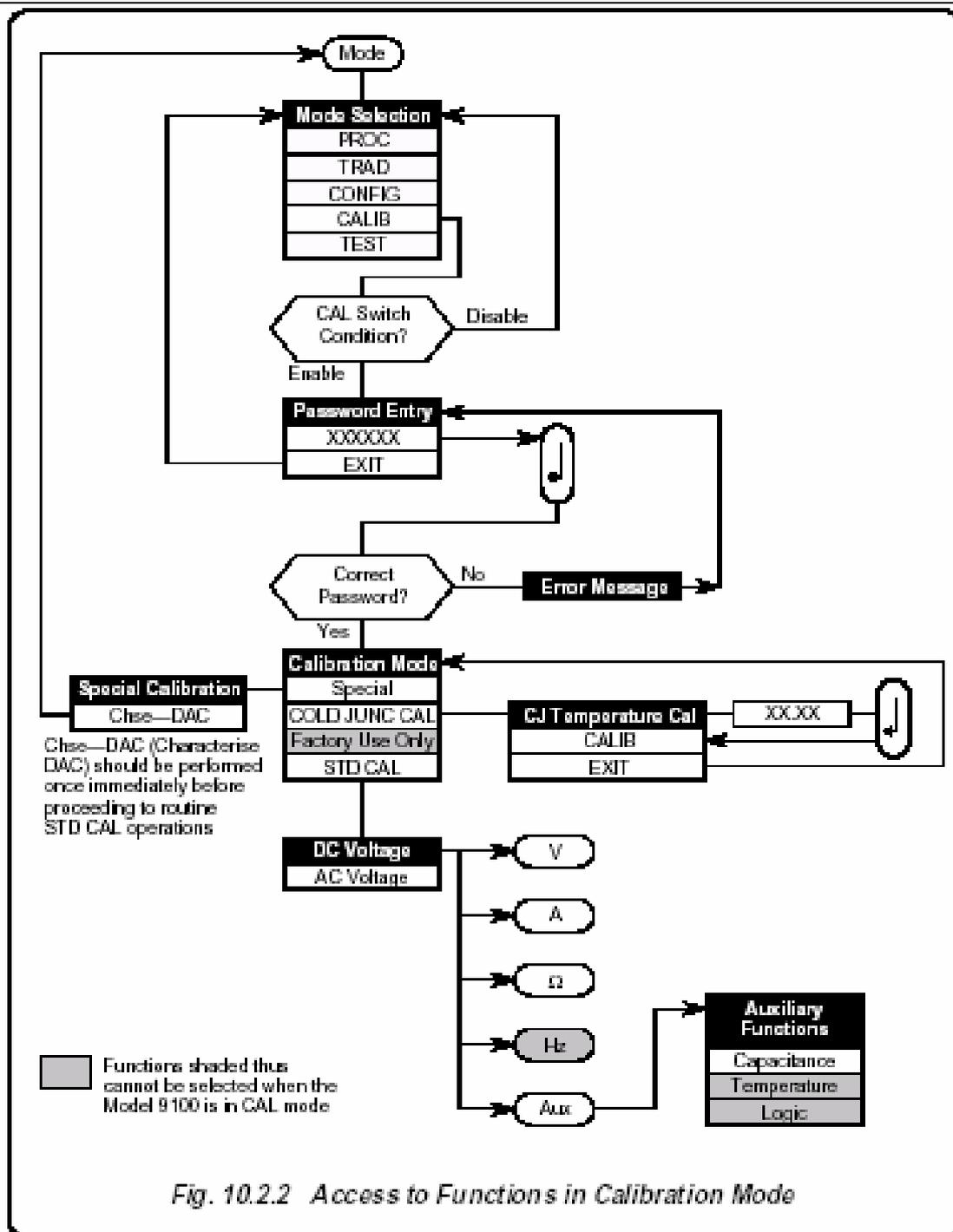


Рис. 10.2.2. Доступ к функциям в режиме калибровки



---

## 10.3 Стандартная калибровка - основные последовательности

Данный подраздел более подробно описывает основные процессы, связанные с калибровкой каждой «аппаратной конфигурации» калибратора 9100 при использовании средств управления лицевой панели прибора.

Рассматриваются следующие темы:

- 10.3.1 Введение
  - 10.3.1.1 Цель калибровки
  - 10.3.1.2 Основной калибровочный процесс
- 10.3.2 Выбор аппаратных конфигураций
- 10.3.3 Выбор целевых калибровочных величин
  - 10.3.3.1 Экран выбора цели
  - 10.3.3.2 Использование сохраненных калибровочных целей
  - 10.3.3.3 Использование калибровочных целей по умолчанию
- 10.3.4 Калибровка 9100 в целевых значениях
  - 10.3.4.1 Калибровочный экран
  - 10.3.4.2 Изменение величины цели
  - 10.3.4.3 Определение выходной ошибки при выбранной целевой величине
  - 10.3.4.4 Ошибки калибровки
- 10.3.5 Стандартная калибровка функций переменного тока
  - 10.3.5.1 Синтез выходных частот
  - 10.3.5.2 Изменение выходной частоты калибровочных целевых точек
- 10.3.6 Выход из калибровки - Cal Date и Cal Due Date
  - 10.3.6.1 Выход: клавиша Mode — экран предупреждения (Warning Screen)
  - 10.3.6.2 Просто выход
  - 10.3.6.3 Изменение даты отметки на свидетельстве (сертификате)
  - 10.3.6.4 Установка даты калибровки (Cal Due Date) и предупреждающего периода (Advance Warning Period)

---

## 10.3.1 Введение

### 10.3.1.1 Цель калибровки

Целью калибровки универсальных калибраторов модели 9100 является определение погрешностей его выходов и в случае необходимости регулировка их таким образом, чтобы они были в пределах спецификации. Если калибровка должна быть прослеживаемой, то выходы калибратора 9100 должны сравниваться с калибровочными эталонами, чья более высокая точность («Test Uncertainty Ratio' (Испытательное Отношение Неопределенности) – TUR» по крайней мере, 3:1 по отношению к 9100) должна быть прослеживаема относительно Национальных или Международных эталонов.

### 10.3.1.2 Основной калибровочный процесс

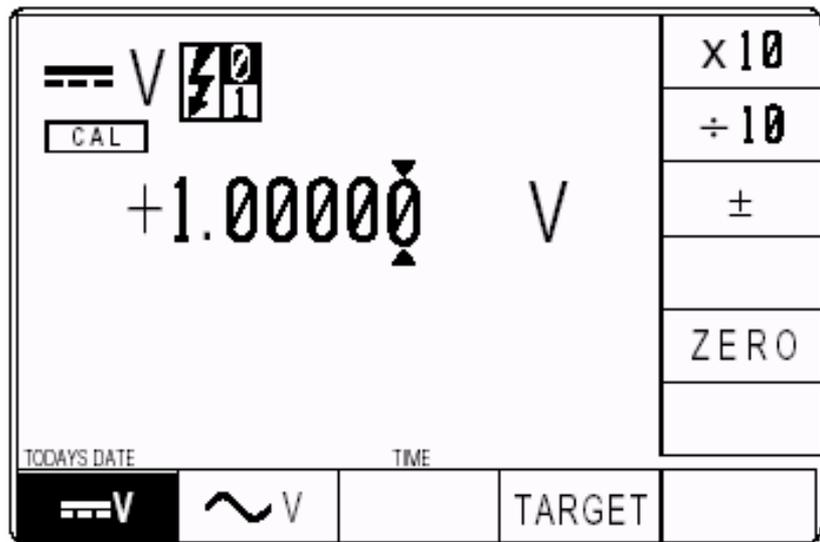
Как указано ранее в *Разделе 10.2*, калибровка каждой функции калибратора 9100 может быть разбита на три стадии следующим образом:

- 1) Выбор требуемой «аппаратной конфигурации».
- 2) Выбор «целевых» величин, в которых будет калиброваться данная «аппаратная конфигурация».
- 3) Определение выходной ошибки калибратора 9100 для каждой из этих целевых величин и получение подходящего компенсирующего поправочного коэффициента.

Данный подраздел *10.3* описывает основной процесс калибровки калибраторов 9100 при использовании средств управления лицевой панели.

Как пример, для демонстрации этого процесса используется следующее описание «аппаратной конфигурации» калибратора 9100 для функции постоянного напряжения, которая генерирует выходные напряжения от -3.20000 В до -0.32001 В и от +0.32001 В до +3.20000 В. Эта «аппаратная конфигурация» требует двух целевых калибровочных точек и двух связанных поправочных коэффициентов. Коэффициенты сохраняются в энергонезависимой памяти и впоследствии используются для исправления всех выходных значений, которые используют данную «аппаратную конфигурацию».

Мы начнем, предполагая, что выбран режим «Cal» функции постоянного напряжения как описано в *Разделе 10.2* этого руководства. Это приведет к функциональному экрану режима "Cal", показанному далее.



### 10.3.2 Выбор «аппаратных конфигураций».

Для данной функции, задание выходного значения калибратора 9100 выбирает необходимую "аппаратную конфигурацию", которая воспроизводит требуемый промежуток полного выходного диапазона функции.

Например, полный диапазон выхода постоянного напряжения генерируется при использовании пяти отдельных "аппаратных конфигураций", которые генерируют сигнал в следующих промежутках:

1:	от нуля до $\pm 320.000$ мВ
2:	$\pm 0.32001$ В до $\pm 3.20000$ В
3:	$\pm 3.2001$ В до $\pm 32.0000$ В
4:	$\pm 32.001$ В до $\pm 320.000$ В
5:	$\pm 320.01$ В до $\pm 1000.00$ В

Следовательно "аппаратная конфигурация" (1) может быть выбрана, при задании выходной амплитуды любой величины в диапазоне от нуля до  $\pm 320$  мВ, "аппаратная конфигурация" (2) заданием любого выходного значения в диапазоне от  $-3.20000$  В до  $-0.32001$  В или от  $+0.32001$  В до  $+3.20000$  В и т.д..

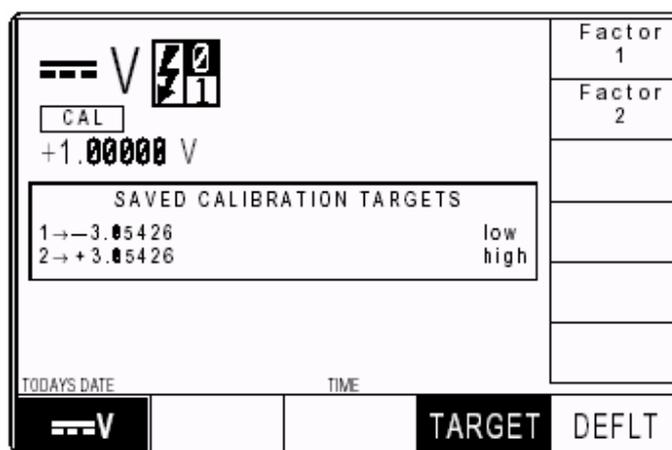
Управление выходом в режиме функциональных экранов режима калибровки «**Cal**» точно такое же, как при нормальной работе калибратора 9100, и выполняется или методом редактирования цифры (управление курсором или ручкой), или прямым редактированием (с помощью цифровой клавиатуры), или при помощи функциональных клавиш  $\times 10$ ,  $\div 10$ ,  $\pm$  и ZERO (НОЛЬ). Для дальнейшей информации см. *Раздел 3.4 Руководств пользователя универсальной калибровочной системы модели 9100 - Том 1 - Эксплуатация.*

Подходящие значения выхода, которые могут использоваться, чтобы установить все требуемые аппаратные конфигурации для каждой функции, приведены в детальном калибровочных процедурах в *Разделе 10.4* этого руководства. Обратите внимание, что начальное значение выхода  $+1.00000$  В исходного экрана постоянного напряжения, устанавливает калибратор 9100 в аппаратную конфигурацию в диапазоне от  $\pm 0.32001$  В до  $\pm 3.20000$  В.

### 10.3.3 Выбор целевых калибровочных величин

#### 10.3.3.1 Экран выбора цели

Как только правильная аппаратная конфигурация установлена настройкой дисплея управления выходом на необходимое значение выхода, нажатие функциональной кнопки **TARGET (ЦЕЛЬ)** открывает экран выбора цели («target selection»), подобный показанному ниже. Этот экран показывает те целевые величины, в которых выбранная аппаратная конфигурация была калибрована последний раз и озаглавлены как «**SAVED CALIBRATION TARGETS**» (**СОХРАНЕННЫЕ КАЛИБРОВОЧНЫЕ ЦЕЛИ**) выше этих целевых значений.



Текущее значение выхода (и, в случае переменного напряжения или тока, значение частоты) сжато к меньшим символам, и цифровой курсор деактивирован таким образом, чтобы эти значения не могли быть изменены в этом экран.

В зависимости от выбранной функции и аппаратной конфигурации, экран может отображать до четырех целевых значений, пронумерованных последовательно сверху вниз. Экран также покажет такое же **число** кнопок «**Factor**» (**Коэффициент**), помеченных как «**Factor 1**», «**Factor 2**», «**Factor 3**» и т.д., плюс дополнительная экранная кнопка, обозначенная как «**DEFLT**» (**По умолчанию**).

---

В этой экране Вы имеете две возможности выбора целевых калибровочных точек для использования при калибровке данной аппаратной конфигурации.

Вы можете:-

1) Использовать те же самые целевые точки (Saved Calibration Targets - сохраненные калибровочные цели) в которых данная аппаратная конфигурация была калибрована в последний раз - см. *Раздел 10.3.3.2*.

2) Использовать заданные по умолчанию целевые точки, которые предварительно запрограммированы во встроенное программное обеспечение калибратора 9100 - см. *Раздел 10.3.3.3*.

Обратите внимание, что 9100 также предлагает третью опцию, в которой можно заменить существующие калибровочные цели на новые значения. Однако эта опция становится доступной тогда, когда произойдет переход к экрану **Calibration (Калибровка)** - см. *Раздел 10.3.4*.

В любое время Вы можете вернуться к исходному экрану функций, нажимая функциональную кнопку **TARGET (ЦЕЛЬ)**.

#### **10.3.3.2 Использование сохраненных калибровочных целей**

Чтобы использовать «Saved Calibration Targets» (сохраненные калибровочные цели), отображенные на экране выбора цели, нет никакой необходимости изменять экран. Все, что требуется, чтобы выбрать одно из отображенных целевых значений - это нажать соответствующую функциональную кнопку **Factor (Коэффициент)** (то есть кнопку '**Factor 1**' для калибровки первой цели, кнопку '**Factor 2**' для калибровки второй цели и т.д.).

Это преобразует экран к экрану «**Calibrate**» (**Калибровка**), который Вы можете использовать, чтобы определить выходную погрешность и исправить ее - см. *Раздел 10.3.4*.

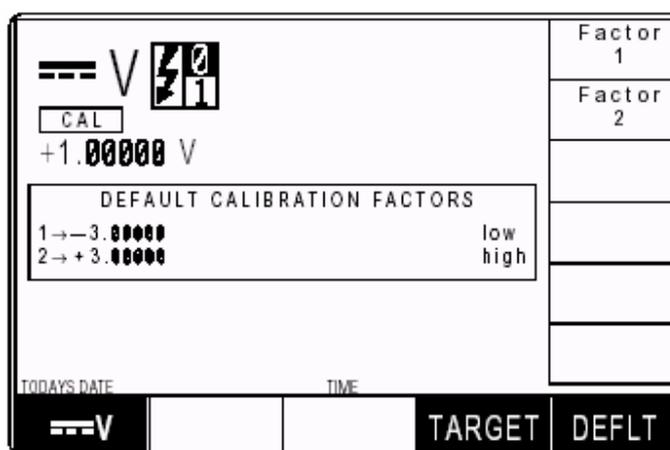
Когда Вы закончили калибровать одно целевое значение, Вы вернетесь к экрану функций, из которого можно:

*или* калибровать остающиеся целевые значения для выбранной аппаратной конфигурации;

*или* выбрать новую аппаратную конфигурацию, изменяя отображенное выходное значение.

### 10.3.3.3 Использование калибровочных целей, заданных по умолчанию

Как упомянуто ранее, встроенное программное обеспечение калибратора 9100 содержит законченный набор рекомендуемых целевых калибровочных значений для каждой аппаратной конфигурации каждой функции, которая может быть непосредственно калибрована. Если Вы желаете использовать эти «заданные по умолчанию» значения, а не использованные в предыдущей калибровке (предполагая, что «сохраненные» и «заданные по умолчанию» значения являются различными), то просто нажмите функциональную клавишу **DEFLT** (Default - заданные по умолчанию), которая появляется на экране выбора цели. **Заданные по умолчанию калибровочные цели** для выбранной аппаратной конфигурации будут отображены, как показано на рисунке ниже. Повторное нажатие **DEFLT** возвратит Вас к экрану **Saved Calibration Targets (сохраненных калибровочных целей)** - то есть кнопка **DEFLT** переключает между «Сохраненными» и «Заданными по умолчанию» наборами целевых значений.



Чтобы выбрать одно из «заданных по умолчанию» отображенных целевых значений для калибровки, нажмите соответствующую функциональную клавишу **Factor** (то есть кнопку '**Factor 1**' для калибровки первой цели, кнопку '**Factor 2**' для калибровки второй цели и т.д.).

Это преобразует экран к экрану «**Calibrate**» (**Калибровка**), который Вы можете использовать, чтобы определить выходную погрешность и исправить ее - см. *Раздел 10.3.4*.

---

По окончании калибровки одного целевого значения, Вы вернетесь к экрану функций, из которого можно:

*или* калибровать остающиеся целевые значения для выбранной аппаратной конфигурации;

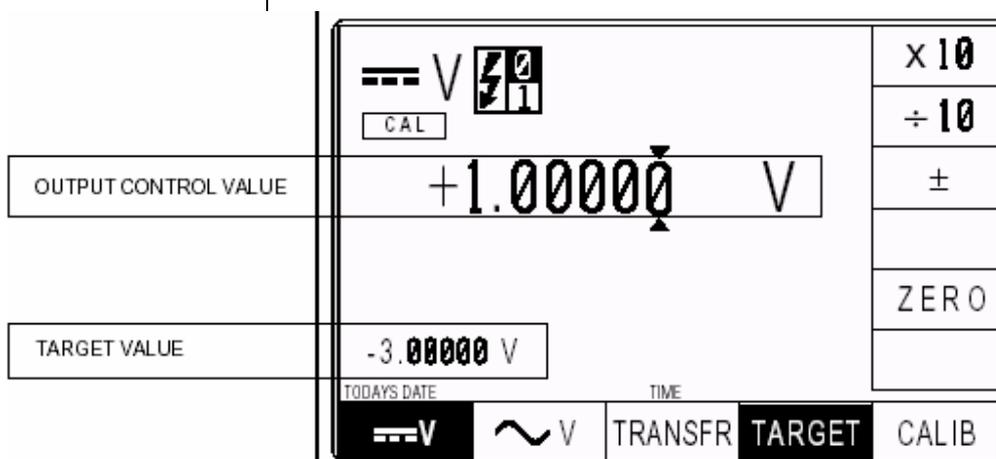
*или* выбрать новую аппаратная конфигурация, изменяя отображенное выходное значение.

Перед принятием решения об изменении значения калибровочной цели от «Saved» (сохраненной) к «Default» (заданной по умолчанию), рассмотрите, есть ли серьезные основания для выбора других значений, чем значения по умолчанию, связанные с предыдущей калибровкой. Калибровочные эталоны Вашей организации могут быть аттестованы в специфических целевых значениях (например, три последовательно соединенные стандартные ячейки, обеспечивающие напряжение калибровочной точки  $\pm 3.05426$  В, более применимы, чем значение по умолчанию  $\pm 3.00000$  В для постоянного напряжения в диапазоне конфигурации от  $\pm 0.32001$  В до  $\pm 3.20000$  В). Изменение заданных по умолчанию целевых значений назад к  $\pm 3.00000$  В может уменьшать полноценность отчетов калибровки для данного калибратора 9100, если он обычно использует значение  $\pm 3.05426$  В как целевое значение.

## 10.3.4 Калибровка 9100 при целевых значениях

### 10.3.4.1 Калибровочный экран

Нажатие кнопки **Factor** на экране «target selection» (выбор цели), преобразует его к экрану «Calibration» (калибровка). Результирующий экран для коэффициента **Factor 1** аппаратной конфигурации постоянного напряжения от  $\pm 0.32001$  В до  $\pm 3.20000$  В показан ниже (использовано заданное по умолчанию целевое значение  $-3.00000$  В). Обратите внимание, что значение выхода  $1.00000$  В остается отображенным, (оно появилось при первом входе в режим калибровки "Cal", и использовалось для установки калибратора 9100 в правильную аппаратную конфигурацию). Версия коэффициента выбранного целевого значения появится в нижнем левом углу (меньшего размера):



**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ!** Не нажимайте функциональную клавишу **CALIB** при использовании экрана «Calibrate» (калибровка), если Вы не уверены, что хотите выполнить разрешенную перекалибровку для выбранной аппаратной конфигурации и данного целевого значения. Чтобы предотвратить калибровку в результате случайного использования клавиши **CALIB**, а также для Вашей собственной безопасности, лучше отключить всю аппаратную конфигурацию, выбор целевого значения и исходное использование экрана калибровки установкой выхода калибратора 9100 в положение **OFF**. Если Вы случайно нажмете клавишу **CALIB**, или сделаете попытку калибровки без первоначального включения (ON) выхода калибратора 9100, то появится следующее сообщение об ошибке:

**Output must be ON for CAL**

Для калибровки (CAL) выход должен быть установлен в положение **ON**

При выходе, установленном в положение **OFF**, существующие сохраненные калибровочные поправки останутся неизменными.

#### 10.3.4.2 Изменение значения цели

Как упомянуто ранее, в дополнение к выбору:

- предварительно сохраненные калибровочные значения цели *или*
- заданные по умолчанию калибровочные цели,

может быть определено новое целевое значение. Это достигается на экране калибровки для выбранного коэффициента, редактированием значения цели.

Чтобы это сделать, сначала переводят управляющий курсор на целевое значение, отображенное в нижнем левом углу экрана, нажимая клавишу табуляции (Tab). (**Примечание:** Клавиша табуляции перемещает курсор между различными полями, так, что повторные нажатия возвращают курсор управления на дисплей управления амплитудой выхода.)

С курсором, установленном на величине цели, теперь можно изменить целевое значение, используя цифры или прямое редактирование, используемое при обычной работе - (*Руководство пользователя универсальной калибровочной системы 9100, Том 1, Эксплуатация, Раздел 3, подраздел 3.4*).

Обратите внимание, что, хотя функциональные клавиши **x10 ÷10** и **±** остаются активными, их нажатие всегда будет приводить к сообщению об ошибке:

#### **Target too big или Target too small** **Цель слишком велика или Цель слишком мала**

поскольку они устанавливают значение вне допустимого диапазона.

Нажатие функциональной клавиши **ZERO (НУЛЬ)** также вызывает сообщение об ошибке, если заданное по умолчанию целевое значение не нулевое (как это имело бы место, например, для Коэффициента 1 и постоянного напряжения при конфигурации от 0 В до  $\pm 320.000$  мВ).

### 10.3.4.3 Определений выходной ошибки при выбранном значении цели

Выходная ошибка калибратора 9100 определяется при подключении подходящего измерительного прибора к клеммам лицевой панели калибратора для измерения фактического аналогового значения выхода, и последующего определения разницы между этим измеренным значением и выбранным целевым значением.

**Примечание.** Выбранный измерительный прибор должен иметь абсолютную погрешность значительно лучше, чем спецификация погрешности калибратора 9100. (Для информации относительно выбора подходящего измерительного прибора см. Приложение 10-A1 в конце Раздела 10 этого руководства).

В процессе калибровки калибратор 9100 исправляет эту выходную ошибку. Процедура имеет 3 стадии:

1. Установить отображаемую выходную величину (контролируемое значение выхода) как целевое значение, нажимая кнопку **TRANSFR** (Transfer), а затем включить выход калибратора (**ON**).
2. Уменьшать или увеличивать выходное значение калибратора при помощи курсора и/или ручки до тех пор, пока внешне измеренное значение не станет равным целевому значению, отображенному в нижнем левом углу экрана калибратора 9100.
3. Нажать экранную кнопку **CALIB** (Calibrate - Калибровка).

9100 покажет экран функции с отображенным значением выхода, равным целевому значению, и равным внешне измеренной выходной величине (в пределах нормальных ошибок измерения; например в пределах шума). 9100 теперь калибруется при данной величине целевого коэффициента, и соответствующая величина (цифровая) поправки сохраняется в энергонезависимой оперативной памяти (RAM).

Этот поправочный коэффициент получен при значении выхода, которое увеличивалось или уменьшалось в пункте (2) процесса калибровки для получения внешнего измерения, равного целевому значению (измерение выходной ошибки перед калибровкой).

Для исправления всего промежутка значений, генерируемых аппаратной конфигурацией, процесс калибровки повторяется для всех «Factor» (Коэффициентов) конфигурации, и соответствующие поправки сохраняются. Впоследствии, при нормальной работе, калибратор 9100 применяет все сохраненные поправочные коэффициенты к выходному значению в пропорциях, определяемых внутренним алгоритмом, и гарантируя, что аппаратная конфигурация генерирует выходные величины в соответствии со спецификацией погрешности.

После успешной калибровки 9100 при целевом калибровочном значении, новое целевое значение заменит соответствующее старое целевое значение в «SAVED CALIBRATION FACTORS» (СОХРАНЕННЫЕ КАЛИБРОВОЧНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ). Обратите внимание, что на экране выбора цели целевое значение изменится в том случае, если новое и старое значения были различны.

---

#### **10.3.4.4 Ошибки калибровки**

В пункте (2) процедуры калибровки, выходное значение 9100 увеличивается или уменьшается, чтобы получить измеренное выходное значение равное целевому значению. В этом процессе может возникнуть состояние, при котором невозможна генерация подходящего поправочного коэффициента, что обусловлено превышением генерируемым коэффициентом внутренних пределов. Если дело обстоит так, то сообщение об ошибке:

**Amplitude outside limits**  
**Амплитуда вне пределов**

появится при нажатии экранной кнопки **CALIB**, и ранее сохраненная калибровочная поправка для данной целевой величины останется неизменной.

Предустановленные пределы, запрограммированные во встроенном программном обеспечении калибратора 9100, являются достаточно широкими, чтобы справиться со всеми нормальными выходными ошибками, которые, вероятно, могут возникнуть во время перекалибровки. Если вышеупомянутое сообщение об ошибке появляется, это будет, вероятно, в одном из двух случаев:-

1. Возникла ошибка у калибратора 9100.
2. Возникла ошибка у измерительного прибора (он неправильно настроен или неправильно подключен к клеммам калибратора 9100).

Перед продолжением, причина должна быть определена и устранена.

### 10.3.5 Стандартная калибровка функций переменного сигнала

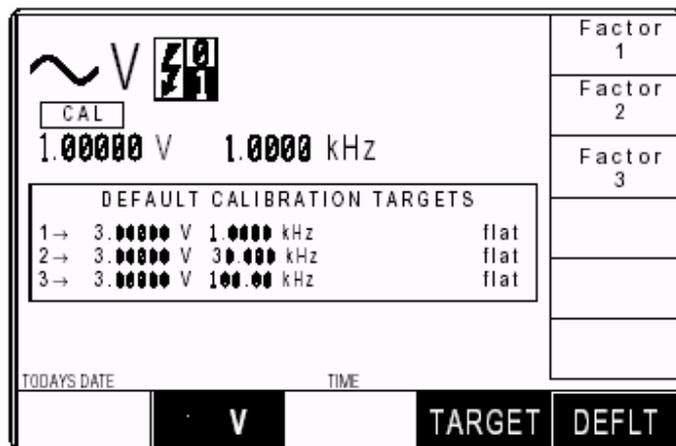
Стандартная калибровка функций переменного напряжения и тока в калибраторе 9100 использует процедуры, аналогичные описанным в параграфах с 10.3.1 по 10.3.4 данного раздела, за исключением того, что необходимо устанавливать значение частоты в целевых калибровочных точках.

#### 10.3.5.1 Синтез выходных частот

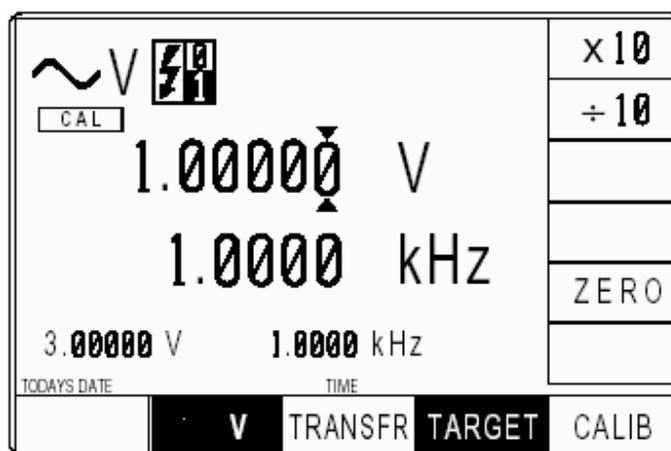
Частота выходного переменного напряжения и тока калибратора 9100 получается цифровым синтезом из частоты внутреннего опорного генератора, который имеет достаточно высокую стабильность выходной частоты, чтобы не требовать какой-либо стандартной калибровки в течение срока службы прибора. Опция 100 представляет собой альтернативный, высоко стабильный генератор.

#### 10.3.5.2 Изменение выходной частоты в целевых калибровочных точках.

Когда отображаются экраны выбора цели для функций переменного сигнала (при нажатии экранной клавиши **TARGET** в режиме Cal экрана функций), обратите внимание, что сохраненные и заданные по умолчанию калибровочные цели включают частоту точки калибровки. Как пример, заданные по умолчанию калибровочные цели для переменного напряжения от 0.32001 В до 3.20000 В, имеют аппаратный диапазон частот от 0.0100 кГц до 3.2000 кГц как показано на экране ниже.



Когда Вы выбираете одну из этих калибровочных точек, нажимая ее соответствующую клавишу Factor, напряжение и частота калибровочной точки будут показаны ниже текущих значений напряжения и частоты выхода, как показано на следующей экранной иллюстрации.



Теперь Вы должны ввести текущие параметры настройки напряжения и частоты как целевые значения, нажимая функциональную клавишу **TRANSFR**, как и при калибровке любой другой функции.

Если Вы желаете изменить частоту калибровочной точки, то это должно быть сделано непосредственным редактированием значения выходной частоты, **не** редактируя показанную целевую частоту.

Чтобы это сделать, необходимо сначала переместить курсор на показанную выходную частоту, нажимая клавишу табуляции (Tab ). (**Примечание:** в зависимости от текущей позиции курсора, необходимо нажать клавишу табуляции один или два раза, чтобы переместить его на выходную частоту). Теперь можно изменить частоту, используя метод редактирования цифр (при управлении курсором или ручкой) или метод прямого редактирования (с помощью цифровой клавиатуры) при нормальной работе калибратора 9100 - смотрите *Раздел 3.4 Руководств пользователя универсальной калибровочной системы 9100 - Том 1 - Эксплуатация.*

---

Обратите внимание, что, хотя функциональные клавиши  $\times 10 \div 10$  и  $\pm$  остаются активными, их нажатие всегда будет приводить к сообщению об ошибке:

**Frequency too big или Frequency too small**  
**Частота слишком велика или Частота слишком мала**

поскольку они устанавливают значение частоты вне допустимого диапазона.

Теперь можно продолжить калибровку как описано в *Разделе 10.3.4.3.- пункт 2.*

### 10.3.6 Выход из калибровки - Cal Date и Cal Due Date

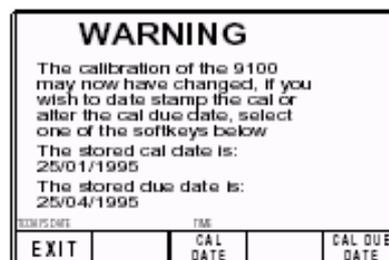
Как только калибровка полностью закончена, возвращение к режиму обычной работы требует короткого процесса «выхода» из калибровки. Обычным выходом из режима Calibration является нажатие клавиши Mode справа на лицевой панели. Когда Вы это сделаете, 9100 покажет экран **Предупреждение**, чтобы указать, что при калибровке 9100 было изменено, и предложит Вам следующие опции:

- изменение (или нет) даты калибровки на любом отпечатанном протоколе (свидетельстве) результатов,
- введение или изменение даты калибровки,
- указать предупреждающий период перед калибровкой, обусловленной датой.

Следующие параграфы показывают экраны, требуемые действия и следствия.

#### 10.3.6.1 Выход: клавиша Mode — экран Warning

Чтобы выйти из калибровки, нажмите клавишу **Mode** справа на лицевой панели. 9100 покажет экран «Warning» (Предупреждение):



#### 10.3.6.2. Просто выход

Если Вы не хотите изменять установку даты, и не хотите изменять дату калибровки (cal due date) или ее предупреждающий период, нажмите **EXIT** (**ВЫХОД**). Это закончит сессию калибровки, и Вы вернетесь к экрану **Mode Selection** (**Выбора Режима**), чтобы выбрать другой режим.

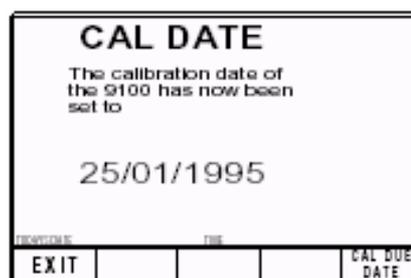
#### 10.3.6.3 Изменение даты отметки на свидетельстве (сертификате)

Если Вы хотите изменить штамп даты на текущую дату, нажмите клавишу CAL DATE.

9100 покажет экран Cal Date

Алфавитно-цифровая клавиатура блокирована.

Если обновление даты штампа - это все, что требуется, без изменения даты калибровки, то нажмите экранную клавишу **EXIT**, чтобы вернуться к экрану **Mode Selection** (**выбора режима**).



### 10.3.6.4 Установка даты калибровки (Cal Due Date) и предупреждающего периода (Advance Warning Period)

**Примечание.** Если эти параметры не изменены, то эти параметры, которые уже сохранены, будут представлены на любом напечатанном свидетельстве.

Для изменения даты CAL DUE, нажмите кнопку **CAL DUE DATE**. 9100 покажет экран CAL DUE DATE →

Этот экран также покажет сохраненную дату CAL DATE как напоминание о вычисленной дате обусловленной калибровкой.

Если Вы передумаете и не захотите изменять **CAL DUE DATE**, нажмите экранную клавишу **EXIT (ВЫХОД)**.

#### Установка даты Cal Due Date

Чтобы установить новую дату **CAL DUE DATE**, используйте алфавитно-цифровую клавиатуру для введения требуемой даты, затем нажмите клавишу Enter (↵). Обратите внимание, что экранное представление формата изложено в 'DATE TIME' режима Configuration (Конфигурация), и должно соблюдаться при вводе даты, иначе предупреждающий период может быть вычислен от неправильно! - обратитесь к *Тому 1 Руководства пользователя, Раздел 3, параграф 3.3.2.10*.

#### Предупреждающий период

Чтобы проинформировать пользователя о приближении будущей даты калибровки, 9100 разместит предупреждение на экране в определенный период времени перед датой калибровки. При обычном использовании, соответствующее сообщение в указанный период времени будет появляться в поле комментария вверху экрана в трех случаях:

- Каждый раз при включении 9100;
- При изменении любой функции в функцию постоянного напряжения;
- При изменении любой функции в функцию переменного напряжения.

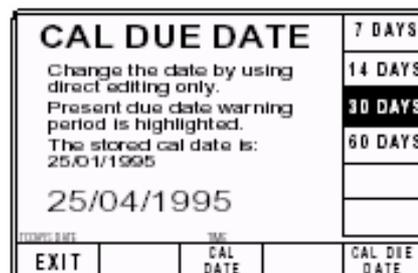
#### Настройка предупреждающего периода

При выходе из режима калибровки, существующая установка числа дней перед датой будущей калибровки появится на экране, показанном выше, в подсвеченном виде напротив одной из правых экранных клавиш. Этот период может быть изменен, нажимая соответствующую правую экранную клавишу.

#### Окончательный выход из режима калибровки

Если дата калибровки **CAL DUE DATE** и предупреждающий период установлены правильно, нажмите экранную клавишу **EXIT (ВЫХОД)**, чтобы закончить калибровку и вернуться к экрану **Mode Selection (Выбора режима)**.

Сохраненные дата калибровки Cal Date и дата будущей калибровки Cal Due Date появятся на всех свидетельствах для этой калибровки.





## 10.4 Калибровка функций с использованием средств управления лицевой панели

### 10.4.1 Введение

Подраздел 10.4 связан с процессом калибровки функций калибратора 9100 при работе с лицевой панели. Рассмотрены следующие темы:

- 10.4.2 Обзор калибровочного процесса
  - 10.4.2.1 Общие процедуры
  - 10.4.2.2 Последовательность калибровок
- 10.4.3 Калибровка функции постоянного напряжения (DC Voltage)
- 10.4.4 Калибровка функции переменного напряжения (AC Voltage)
- 10.4.5 Калибровка функции постоянного тока (DC Current)
- 10.4.6 Калибровка функции переменного тока (AC Current)
- 10.4.7 Калибровка функции сопротивления
- 10.4.8 Калибровка функции емкости

#### Другие функции

Для функций, приведенных в таблице, калибровка не требуется, поскольку они или калиброваны для всего срока использования прибора при изготовлении, или калибруются автоматически при калибровке функций, перечисленных выше:

Функция	Калибровка выполняется
Емкость	опционально через сопротивление
Проводимость	через сопротивление
Частота	при производстве
Длительность/Период	при производстве
Скважность (%)	при производстве
Температура (Термопары)	через постоянное напряжение
Температура (Термометры сопротивления)	через сопротивление
Логические импульсы	при производстве
Логические уровни	через постоянное напряжение

Для функций, отличных от емкости (которые могут быть калиброваны непосредственно или через сопротивление), нет калибровочных процедур, хотя доверительные проверки могут быть выполнены (например, процедура Full Selftest (полного самотестирования), детально описанная в Разделе 8, подраздел 8.3).

#### Калибровка СJS приставки

Калибровка СJS приставки (внешний модуль, содержащий опорный переход в изотермическом блоке для использования с функцией термопары) - связана с измерением отношений и не зависит от стандартной калибровки (STD CAL) любой функции. Калибровка должна выполняться ежегодно, желательно вместе со стандартной калибровкой. Процедура калибровки СJS приставки может быть найдена в *этом разделе 10; подраздел 10.2.5.*

## 10.4.2 Обзор калибровочного процесса

### 10.4.2.1 Общая процедура

Подразделы 10.2 и 10.3 представляют общий процесс калибровки для калибратора 9100, описывающий как выбрать и выполнить специальную калибровочную операцию 'Характеризация ЦАП', и как калибровать СJS приставку монитора температуры для опорного перехода. Они также рассматривают методы выбора функций, аппаратных конфигураций и целевых точек калибровки, а также калибровки 9100 в этих целевых точках.

Этот полный процесс выделен здесь как последовательность простых шагов:-

1. Убедитесь, что выход калибратора 9100 отключен (**OFF**).
2. Соедините необходимое измерительное оборудование с выходными клеммами калибратора 9100 и установите требуемую выходную функцию и диапазон.
3. Убедитесь, что переключатель **CAL** (Калибровка) установлен в положение **ENABLE**.
4. Нажмите кнопку **Mode** (Режим), чтобы перейти к экрану **Mode Selection** (Выбор режима).
5. Нажмите экранную кнопку **CALIB** (Калибровка), чтобы перейти к экрану ввода пароля (**Password Entry for Calibration**).
6. Введите правильный пароль и нажмите клавишу  для перехода к экрану режима калибровки **Calibration Mode**.
7. Нажмите экранную кнопку **Special** (Специальная) для перехода к экрану специальной калибровки (**Special Calibration**).
8. Нажмите экранную кнопку **Chse-DAC** для инициализации работы характеристики ЦАП (Characterise DAC) и ждите, пока эти автоматические регулировки не будут успешно завершены. Этот процесс занимает примерно 20 минут.  
**ВАЖНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ:** Характеризация ЦАП (Characterise DAC) должна выполняться только один раз непосредственно перед выполнением стандартной калибровки (Standard Calibration) 9100. Ее **не надо** повторять перед калибровкой каждой индивидуальной функции калибратора 9100.
9. Нажмите клавишу лицевой панели **Mode**, чтобы перейти к экрану выбора режима **Mode Selection**.
10. Нажмите экранную кнопку **CALIB**, чтобы перейти к экрану ввода пароля **Password Entry for Calibration**.
11. Снова введите соответствующий пароль и нажмите клавишу  для перехода к экрану калибровочного режима **Calibration Mode**.
12. Нажмите экранную кнопку **STD CAL**, чтобы перейти к установленной по умолчанию функции постоянного напряжения (**DC Voltage**) режима стандартной калибровки (Standard Calibration).

13. Стандартная калибровка (Standard Calibration) выполняется только для следующих функций:
- |                       |               |
|-----------------------|---------------|
| Постоянное напряжение | (DC Voltage)  |
| Переменное напряжение | (AC Voltage)  |
| Постоянный ток        | (DC Current)  |
| Переменный ток        | (AC Current)  |
| Сопротивление         | (Resistance)  |
| Емкость               | (Capacitance) |
- Если калибруется функция, отличная от постоянного напряжения, выберите необходимую функцию, чтобы увидеть соответствующие экраны этой функции. (Для выбора обратитесь к Руководству пользователя универсальной калибровочной системы 9100 — Том 1 — Эксплуатация, Раздел 4, подразделы 4.4 [переменное напряжение (ACV)], 4.5 [постоянный ток (DC Current)], 4.6 [переменный ток (AC Current)], 4.7 [сопротивление (Resistance)] и 4.13 [емкость (Capacitance)].)
14. Выберите требуемую аппаратную конфигурацию установкой выхода 9100 на величину, которую использует данная аппаратная конфигурация. (Подробности аппаратных конфигураций каждой функции и подходящие выходные величины для выбора могут быть найдены в описании процедур далее в этом разделе).
15. Нажмите экранную кнопку **TARGET** (ЦЕЛЬ) для перехода к экрану выбора цели аппаратной конфигурации.
16. а) Если будут использоваться целевые калибровочные точки, которые использовались при предыдущей калибровке 9100, нажмите экранную кнопку **Factor**, соответствующую требуемой величине цели, которая показана на экране 'calibrate' для величин цели.
- б) Если будут использоваться целевые калибровочные точки, заданные по умолчанию для данной аппаратной конфигурации, нажмите экранную кнопку **DEFLT**, а затем экранную кнопку **Factor**, соответствующую требуемой величине цели, которая показана на экране 'calibrate' для величин цели.
17. Если Вы хотите изменить амплитуду целевой калибровочной точки, нажмите клавишу **TAB**  один или несколько раз, пока курсор не установится в положение амплитуды величины цели. Теперь используя любой из обычных режимов редактирования калибратора 9100, измените значение. (Обратите внимание, что новое значение должно лежать в пределах, указанных в подробных процедурах, описанных далее в этом разделе).
18. Нажмите экранную кнопку **TRANSFR** для передачи величины целевой калибровочной точки (амплитуды или амплитуды и частоты) на выходной управляющий дисплей калибратора 9100.
- Продолжение далее*

19. (Только для функций переменного сигнала (АС))  
Если Вы хотите изменить частоту точки калибровки, нажмите **ТАВ**  клавишу табуляции один или более раз, пока курсор не установится на выходной частоте в дисплее управления. Теперь используйте любой из обычных режимов редактирования калибратора 9100, чтобы изменить значение частоты.  
(Обратите внимание, что новое значение должно лежать в пределах, указанных в детальных процедурах далее в данном разделе).
20. Нажмите клавишу **ON** калибратора 9100 для активизации выхода.
21. Убедитесь, что курсор вернулся к выходной амплитуде 9100, и увеличиваете или уменьшаете это значение, используя управления курсором и/или ручкой, пока показание на измерительном приборе (который подключен к клеммам лицевой панели калибратора 9100) не станет равным отображаемому целевому значению. (**Замечание:** учитывайте время установления, которое необходимо для внешнего измерительного прибора).
22. Если Вы удовлетворены измерением, нажмите клавишу **CALIB** для вычисления и применения поправочного коэффициента для 9100, гарантирующего, что его отображаемое выходное значение и фактическое выходное значение совпадают. Экран возвратится к режиму **CAL** нормального экрана функций и измеренное значение теперь должно быть равно отображаемому выходному значению.
23. Повторите пункты с (15) по (22) для каждой целевой величины, показанной на экране выбора цели.
24. Повторите пункты с (14) по (23) каждой аппаратной конфигурации, связанной с калибруемой функцией калибратора 9100 (смотри замечание \* ниже).
25. Повторите пункты с (13) по (24) для каждой калибруемой функции калибратора 9100 (смотри замечание \* ниже).
26. Нажмите клавишу **Mode** (Режим) для выхода из режима калибровки (*обратитесь к подразделу 10.3, параграфу 10.3.6 для изменения даты отметки, даты следующей калибровки (Cal Due date) и установки периода предупреждения*).
27. Нажмите экранные кнопки **PROC** или **MANUAL**, чтобы вернуться к режиму процедур или ручному режиму калибратора 9100.
- \* **Замечание:** Для гарантии, что калибровки сделаны в правильном порядке и на процесс калибровки тепловое рассеяние влияет незначительно, некоторые из обычных функций калибратора 9100 при калибровке разбиты на две отдельные функции. Например, функция постоянного напряжения разбита на функцию **постоянного напряжения в диапазоне от нуля до 320 В** и на функцию **постоянного напряжения в диапазоне от 320 В до 1050 В**.

#### 10.4.2.2 Последовательность калибровок

Таблица, приведенная ниже, показывает порядок, в котором различные функции модели 9100 должны калиброваться. Хотя не обязательно каждый раз калибровать все функции, обозначенные ниже, но функции, приведенные в списке выше, должны калиброваться раньше, чем те, которые приведены ниже.

Если **сопротивление** и **емкость** калибруются отдельно, функция Resistance (Сопротивление) **должна** калиброваться перед функцией Capacitance (Емкость). Аналогично, для функций сопротивления при калибровке режимов 'super', 'high' и 'low' UUT, сначала калибруются аппаратные конфигурации 'super', затем аппаратные конфигурации 'high' и аппаратные конфигурации 'low'.

Последовательность	Функция	Ссылка
1	Постоянное напряжение (от нуля до 300 В) DC Voltage (Zero to 320V)	Раздел 10.4.3
2	Переменное напряжение (от нуля до 300 В) AC Voltage (Zero to 320V)	Раздел 10.4.4
3	Сопротивление (Super UUTi)	Раздел 10.4.7
4	Сопротивление Resistance (High UUTi)	Раздел 10.4.7
5	Сопротивление Resistance (Low UUTi)	Раздел 10.4.7
6	Постоянное напряжение (от 320 В до 1050 В) DC Voltage (320V to 1050V)	Раздел 10.4.3
7	Переменное напряжение (от 320 В до 1050 В) AC Voltage (320V to 1050V)	Раздел 10.4.4
8	Емкость Capacitance	Раздел 10.4.8
9	Постоянный ток (от нуля до 320 мА) DC Current (Zero to 320mA)	Section 10.4.5
10	Переменный ток (от нуля до 320 мА) AC Current (Zero to 320mA)	Section 10.4.6
11	Постоянный ток (от 320 мА до 20 А) DC Current (0.32A to 20A)	Section 10.4.5
12	Переменный ток (от 320 мА до 20 А) AC Current (0.32A to 20A)	Section 10.4.6

Таблица 10.4.2.1: Рекомендуемая последовательность калибровок

---

### **10.4.3 Калибровка функции постоянного напряжения (DC Voltage)**

#### **10.4.3.1 Введение**

Этот раздел - руководство по калибровке функции постоянного напряжения калибратора 9100 при использовании средств управления лицевой панели. Рассмотрены следующие темы:

10.4.3.2 Требуемое калибровочное оборудование

10.4.3.3 Межсоединения

10.4.3.4 Калибровочные настройки

10.4.3.5 Процедура калибровки

#### **10.4.3.2 Требуемое калибровочное оборудование**

Образцовый цифровой мультиметр (DMM) с длинной шкалой и прослеживаемыми характеристиками соединяется с выходными клеммами калибратора 9100 с помощью высококачественных проводов. Например, цифровой мультиметр модели 1281.

### 10.4.3.3 Межсоединения

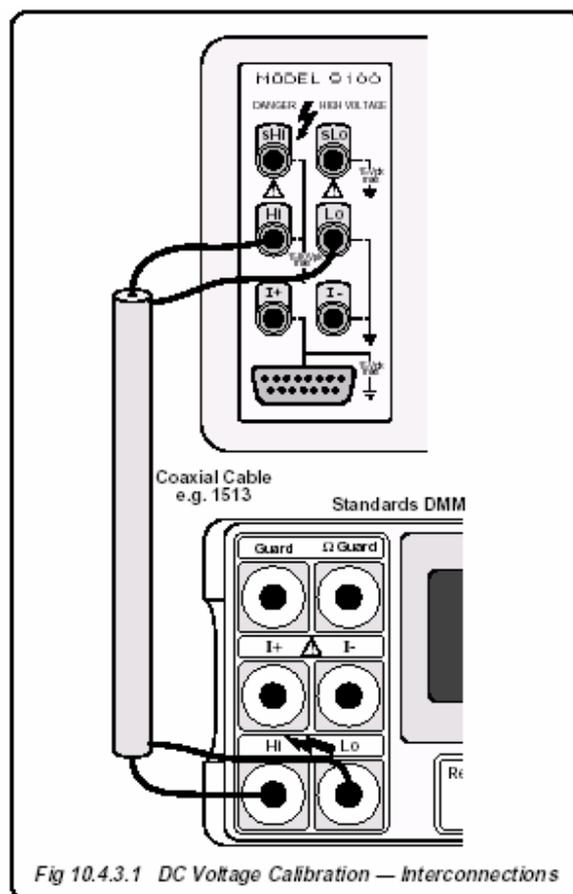


Рис 10.4.3.1 Калибровка функции постоянного напряжения - межсоединения

#### 10.4.3.4 Калибровочные настройки

- 1. Соединения** Убедитесь, что 9100 соединен с образцовым цифровым мультиметром (DMM) как показано на Рис. 10.4.3.1, и оба прибора включены и прогреты.
- 2. 9100** Убедитесь, что калибратор 9100 находится в режиме STANDARD CAL и функция постоянного напряжения (DC Voltage) выбрана нажатием клавиши 'V' справа на лицевой панели.

Таблица 10.4.3.1: Постоянное напряжение (DC Voltage) (от нуля до 320 В). Аппаратная конфигурация и калибровочные точки

Выходной диапазон, перекрываемый аппаратной конфигурацией	Соответствующее выходное значение для выбранной аппаратной конфигурации	Значения калибровочных точек (цели)			Номер коэф.
		По умолчанию	Минимальное	Максимальное	
000.000 мВ до $\pm 320.000$ мВ	100 мВ	000.000 мВ	-0.080 мВ	10.000 мВ	1
		+300.000 мВ	180.000 мВ	320.000 мВ	2
$\pm 0.32001$ В до $\pm 3.20000$ В	1 В	-3.00000 В	-3.20000 В	-1.80000 В	1
		+3.00000 В	+1.80000 В	+3.20000 В	2
$\pm 3.2001$ В до $\pm 32.0000$ В	10 В	-30.0000 В	-32.0000 В	-18.0000 В	1
		+30.0000 В	+18.0000 В	+32.0000 В	2
$\pm 32.001$ В до $\pm 320.000$ В	100 В	-300.000 В	-320.000 В	-180.000 В	1
		+300.000 В	+180.000 В	+320.000 В	2

Таблица 10.4.3.2: Постоянное напряжение (DC Voltage) (от 320 В до 1050 В). Аппаратная конфигурация и калибровочные точки

Выходной диапазон, перекрываемый аппаратной конфигурацией	Соответствующее выходное значение для выбранной аппаратной конфигурации	Значения калибровочных точек (цели)			Номер коэф.
		По умолчанию	Минимальное	Максимальное	
$\pm 320.01$ В до $\pm 1050.00$ В	1000 В	-1000.00 В	-1050.00 В	-700.00 В	1
		+1000.00 В	+700.00 В	+1050.00 В	2

---

#### 10.4.3.5 Калибровочная процедура

1. Выберите требуемую аппаратную конфигурацию, устанавливая значение выхода калибратора 9100 в соответствующую величину, которую использует аппаратная конфигурация.
2. Установите образцовый цифровой мультиметр на соответствующий измерительный диапазон.
3. Нажмите экранную кнопку калибратора 9100 **TARGET** для перехода к экрану выбора цели аппаратной конфигурации.
4.
  - a. Чтобы выбрать значения целевых калибровочных точек, использованных во время *предыдущей калибровки* (обозначенных как **SAVED CALIBRATION TARGETS (СОХРАНЕННЫЕ КАЛИБРОВОЧНЫЕ ЦЕЛИ)**), нажмите экранную кнопку **Factor**, соответствующую требуемой величине цели, чтобы перейти к экрану 'calibrate' для величины цели.
  - b. Чтобы выбрать значения целевых калибровочных точек, используемых *по умолчанию* для данной аппаратной конфигурации, нажмите экранную кнопку **DEFLT** и затем нажмите экранную кнопку **Factor**, соответствующую требуемой величине цели, чтобы перейти к экрану 'calibrate' для величины цели.
5. Для изменения амплитуды целевой калибровочной точки, нажмите клавишу **TAB** , чтобы позиционировать курсор на значении амплитуды калибровочной точки. Затем используйте любой режим редактирования калибратора 9100 для изменения этой величины. (Обратите внимание, что новая величина должна находиться внутри минимальных и максимальных пределов, указанных в таблице).
6. Нажмите экранную кнопку **TRANSFR** для ввода целевой калибровочной точки в выходной дисплей управления калибратора 9100.
7. Нажмите клавишу **ON** для включения выхода калибратора 9100.
8. Нажмите клавишу табуляции **TAB**, чтобы вернуть курсор к выходной амплитуде на дисплее 9100, и увеличивайте или уменьшайте это значение, используя управление курсором и/или ручкой до тех пор, пока показание на образцовом цифровом мультиметре, который соединен с выходными клеммами лицевой панели 9100 не станет таким же, как отображенное целевое значение. (**Примечание:** учтите время установления, требуемое для внешнего измерительного прибора).
9. Если Вы удовлетворены результатом, нажмите клавишу **CALIB** для определения и применения к калибратору 9100 поправочного коэффициента, гарантирующего, что его отображаемое выходное значение и фактическое значение выхода совпадают. Экран возвратится в режим калибровки **CAL** и измеренное значение теперь должно быть равно отображенному выходному значению.
10. Нажмите клавишу **OFF** для отключения выхода калибратора 9100.
11. Повторите пункты со (2) по (10) для каждой целевой величины, приведенной на экране выбора цели.
12. Повторите пункты с (1) по (11) для каждой аппаратной конфигурации, приведенной в таблице (также смотрите замечание, приведенное ниже).

**Замечание:** Если дополнительно к функции постоянного напряжения калибруются другие функции, то обратитесь к *Таблице 10.4.2.1 на странице 10.4-5* для информации о последовательности калибровок.

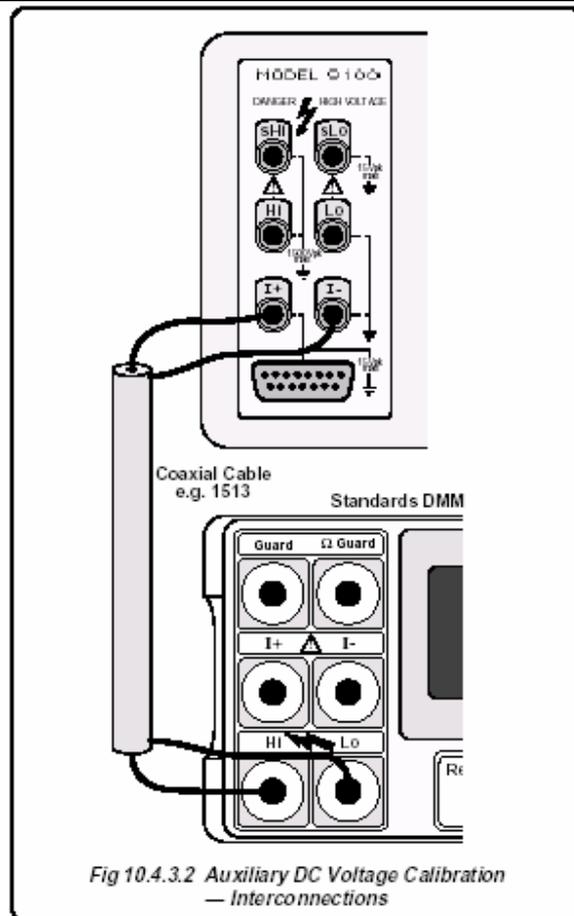
---

### 10.4.3.6 Калибровка дополнительного (AUX) выхода постоянного напряжения (DC Voltage) (для опции мощности)

#### Настройка калибровки

- 1. Соединения** Убедитесь, что калибратор 9100 соединен с образцовым цифровым мультиметром как показано на *Рис. 10.4.3.2*, и оба прибора включены и прогреты.
- 2. 9100** Убедитесь, что калибратор 9100 находится в режиме стандартной калибровки (STANDARD CAL) и затем выберите Power (Мощность) и DC Volts (Постоянное напряжение), нажимая клавишу **AUX** на лицевой панели и сопровождая последовательностью функциональных клавиш **POWER\***, **W**, **CHANNEL**, **VOLTAGE**.  
Обратитесь также к *Рис. 10.2.2*.

\* Это нажатие клавиши требуется, только если одна из опций калибровки осциллографа (Опция 250 или Опция 600) подключена.



**Рис 10.4.3.2 Калибровка дополнительного выхода по постоянному напряжению (Auxiliary DC Voltage) — межсоединения**

---

**Таблица 10.4.3.3: Калибровочные точки для постоянного напряжения дополнительного выхода (Auxiliary DC Voltage)**

Аппаратные диапазоны	Значения калибровочных точек (цели)		
	По умолчанию	Минимальное	Максимальное
0.000 до 32.00 мВ	-30.0000 мВ	-32.0000 мВ	-18.0000 мВ
	+30.0000 мВ	+18.0000 мВ	+32.0000 мВ
32.1 мВ до 320.0 мВ	-300.000 мВ	-320.000 мВ	-180.000 мВ
	+300.000 мВ	+180.000 мВ	+320.000 мВ
0.321 В до 3.200 В	-3.00000 В	-3.20000 В	-1.80000 В
	+3.00000 В	+1.80000 В	+3.20000 В
3.201 В до 7.500 В	-6.00000 В	-6.50000 В	-4.00000 В
	+6.00000 В	+4.00000 В	+6.50000 В

---

### Калибровочная процедура

1. Выберите требуемую аппаратную конфигурацию, устанавливая значение выхода калибратора 9100 в соответствующую величину, которую использует аппаратная конфигурация.
2. Установите образцовый цифровой мультиметр на соответствующий измерительный диапазон.
3. Нажмите экранную кнопку калибратора 9100 **TARGET** для перехода к экрану выбора цели аппаратной конфигурации.
4. Используйте (а) или (б):
  - a. Чтобы выбрать значения целевых калибровочных точек, использованных во время *предыдущей калибровки* (обозначенных как **SAVED CALIBRATION TARGETS (СОХРАНЕННЫЕ КАЛИБРОВОЧНЫЕ ЦЕЛИ)**), нажмите экранную кнопку **Factor**, соответствующую требуемой величине цели, чтобы перейти к экрану 'calibrate' для величины цели.
  - b. Чтобы выбрать значения целевых калибровочных точек, используемых *по умолчанию* для данной аппаратной конфигурации, нажмите экранную кнопку **DEFLT** и затем нажмите экранную кнопку **Factor**, соответствующую требуемой величине цели, чтобы перейти к экрану 'calibrate' для величины цели.
5. Для изменения амплитуды целевой калибровочной точки, нажмите клавишу **TAB**<sup>Ⓜ</sup>, чтобы позиционировать курсор на значении амплитуды калибровочной точки. Затем используйте любой режим редактирования калибратора 9100 для изменения этой величины. (Обратите внимание, что новая величина должна находиться внутри минимальных и максимальных пределов, указанных в таблице).
6. Нажмите экранную кнопку **TRANSFR** для ввода целевой калибровочной точки в выходной дисплей управления калибратора 9100.
7. Нажмите клавишу **ON** для включения выхода калибратора 9100.
8. Нажмите клавишу табуляции **TAB**<sup>Ⓜ</sup>, чтобы вернуть курсор к выходной амплитуде на дисплее 9100, и увеличивайте или уменьшайте это значение, используя управление курсором и/или ручкой до тех пор, пока показание на образцовом цифровом мультиметре, который соединен с выходными клеммами лицевой панели 9100 не станет таким же, как отображенное целевое значение. (**Примечание:** учтите время установления, требуемое для внешнего измерительного прибора).
9. Если Вы удовлетворены результатом, нажмите клавишу **CALIB** для определения и применения к калибратору 9100 поправочного коэффициента, гарантирующего, что его отображаемое выходное значение и фактическое значение выхода совпадают. Экран возвратится в режим калибровки **CAL** и измеренное значение теперь должно быть равно отображенному выходному значению.
10. Нажмите клавишу **OFF** для отключения выхода калибратора 9100.
11. Повторите пункты со (2) по (10) для каждой целевой величины, приведенной на экране выбора цели.
12. Повторите пункты с (1) по (11) для каждой аппаратной конфигурации, приведенной в таблице (также смотрите замечание, приведенное ниже).

**Замечание:** Если дополнительно к функции постоянного напряжения калибруются другие функции, то обратитесь к *Таблице 10.4.2.1 на странице 10.4-5* для информации о последовательности калибровок.

---

## **10.4.4 Калибровка функции переменного напряжения (AC Voltage)**

### **10.4.4.1 Введение**

Этот раздел - руководство по калибровке функции переменного напряжения калибратора 9100 при использовании средств управления лицевой панели. Рассмотрены следующие темы:

10.4.4.2 Требуемое калибровочное оборудование

10.4.4.3 Межсоединения

10.4.4.4 Калибровочные настройки

10.4.4.5 Калибровочная процедура

### **10.4.4.2 Требуемое калибровочное оборудование**

Образцовый цифровой мультиметр (DMM) с длинной шкалой и прослеживаемыми характеристиками соединяется с выходными клеммами калибратора 9100 коротким, высококачественным коаксиальным кабелем. Например, цифровой мультиметр модели 1281

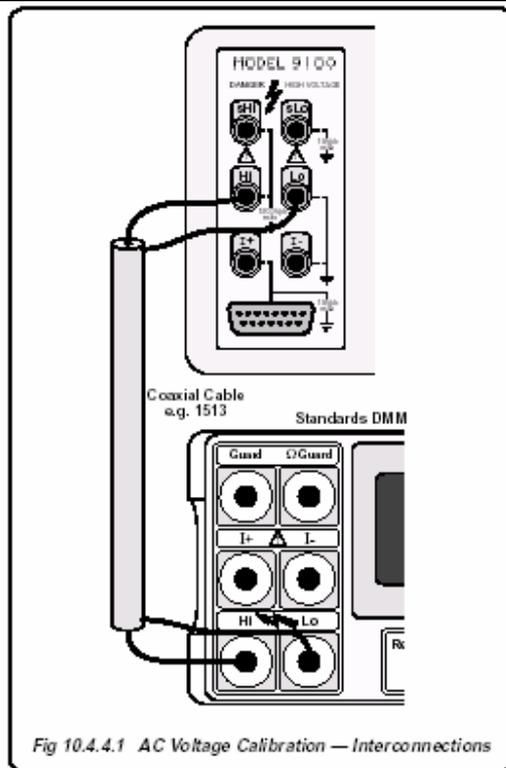


Рис. 10.4.4.1 Калибровка функции переменного напряжения - межсоединения

#### 10.4.4.4 Калибровочные настройки

##### 1. Соединения

Убедитесь, что 9100 соединен с образцовым цифровым мультиметром (DMM) как показано на Рис. 10.4.4.1, и оба прибора включены и прогреты.

##### 2. 9100

- a. Убедитесь, что калибратор 9100 находится в режиме STANDARD CAL, а затем выберите функцию переменного напряжения (AC Voltage), нажимая клавишу 'V' справа на лицевой панели, сопровождая нажатием экранной клавиши 'V', смежной с дисплеем.
- b. Убедитесь, что выбран синусоидальный сигнал (*Sinusoidal*), и выбор фазы отменен (надпись  $\Delta\Phi$  темная на светлом фоне).

Таблица 10.4.4.1: Аппаратные конфигурации для переменного напряжения (AC Voltage) (от нуля до 320 В) и калибровочные точки

Выходной диапазон, перекрываемый аппаратной конфигурацией	Соответствующее выходное значение для выбранной аппаратной конфигурации	Значения калибровочных точек (цели)						Номер коэф.
		Амплитуда			Частота			
		По умолчанию	Миним.	Максим.	По умолчанию	Миним.	Максим.	
000.000 мВ до 320.000 мВ	100 мВ	300.000 мВ	180.000 мВ	320.000 мВ	1.0000 кГц	150.00 Гц	5.000 кГц	1
		300.000 мВ	180.000 мВ	320.000 мВ	30.000 кГц	15.000 кГц	45.00 кГц	2
		300.000 мВ	180.000 мВ	320.000 мВ	100.00 кГц	65.00 кГц	100.00 кГц	3
0.32001 В до 3.20000 В	1 В	3.00000 В	1.80000 В	3.20000 В	1.0000 кГц	150.00 Гц	5.000 кГц	1
		3.00000 В	1.80000 В	3.20000 В	30.000 кГц	15.000 кГц	45.00 кГц	2
		3.00000 В	1.80000 В	3.20000 В	100.00 кГц	65.00 кГц	100.00 кГц	3
3.20001 В до 32.00000 В	10 В	30.00000 В	18.00000 В	32.00000 В	1.0000 кГц	150.00 Гц	5.000 кГц	1
		30.00000 В	18.00000 В	32.00000 В	30.000 кГц	15.000 кГц	45.00 кГц	2
		30.00000 В	18.00000 В	32.00000 В	100.00 кГц	65.00 кГц	100.00 кГц	3
32.0001 В до 105.0000 В	100 В	100.0000 В	70.0000 В	105.0000 В	1.0000 кГц	150.00 Гц	5.000 кГц	1
		100.0000 В	70.0000 В	105.0000 В	30.000 кГц	15.000 кГц	45.00 кГц	2
		100.0000 В	70.0000 В	105.0000 В	100.00 кГц	65.00 кГц	100.00 кГц	3
105.0001 В до 320.0000 В	150 В	300.0000 В	180.0000 В	320.0000 В	40.00 Гц	40.00 Гц	75.00 Гц	1
		300.0000 В	180.0000 В	320.0000 В	200.00 Гц	150.00 Гц	250.00 Гц	2
		300.0000 В	180.0000 В	320.0000 В	10.000 кГц	3.0000 кГц	20.000 кГц	3
		300.0000 В	180.0000 В	320.0000 В	30.000 кГц	25.000 кГц	30.000 кГц	4

Таблица 10.4.4.2: аппаратные конфигурации и калибровочные точки переменного напряжения (AC Voltage) (от 320В до 1050В).

Выходной диапазон, перекрываемый аппаратной конфигурацией	Соответст. выходное значение для выбранной аппаратной конфигурации	Значения калибровочных точек (цели)						Номер коэф
		Амплитуда			Частота			
		По умолчанию	Миним.	Максим.	По умолчанию	Миним.	Максим.	
320.01 В до 1050.00 В	500 В	750.00 В	700.00 В	1050.00 В	40.00 Гц	40.00 Гц	75.00 Гц	1
		750.00 В	700.00 В	1050.00 В	200.00 Гц	150.00 Гц	250.00 Гц	2
		750.00 В	700.00 В	1050.00 В	10.000 кГц	3.0000 кГц	20.000 кГц	3
		330.00 В	320.10 В	350.00 В	30.000 кГц	25.000 кГц	30.000 кГц	4

---

#### 10.4.4.5 Калибровочная процедура

1. Выберите требуемую аппаратную конфигурацию, устанавливая значение выхода калибратора 9100 в соответствующую величину, которую использует аппаратная конфигурация.
2. Установите образцовый цифровой мультиметр на соответствующий измерительный диапазон.
3. Нажмите экранную кнопку калибратора 9100 **TARGET** для перехода к экрану выбора цели аппаратной конфигурации.
4. Используйте (а) или (б):
  - a. Чтобы выбрать значения целевых калибровочных точек, использованных во время *предыдущей калибровки* (обозначенных как **SAVED CALIBRATION TARGETS (СОХРАНЕННЫЕ КАЛИБРОВОЧНЫЕ ЦЕЛИ)**), нажмите экранную кнопку **Factor**, соответствующую требуемой величине цели, чтобы перейти к экрану 'calibrate' для величины цели.
  - b. Чтобы выбрать значения целевых калибровочных точек, используемых *по умолчанию* для данной аппаратной конфигурации, нажмите экранную кнопку **DEFLT** и затем нажмите экранную кнопку **Factor**, соответствующую требуемой величине цели, чтобы перейти к экрану 'calibrate' для величины цели.
5. Для изменения амплитуды целевой калибровочной точки, нажмите клавишу **TAB** , чтобы позиционировать курсор на значении амплитуды калибровочной точки. Затем используйте любой режим обычного редактирования калибратора 9100 для изменения этой величины. (Обратите внимание, что новая величина должна находиться внутри минимальных и максимальных пределов, указанных в таблице).
6. Нажмите экранную кнопку **TRANSFR** для ввода амплитуды и частоты целевой калибровочной точки в выходной дисплей управления калибратора 9100.
7. Для изменения частоты целевой калибровочной точки, нажмите клавишу табуляции **TAB**  один или более раз для перехода курсора на позицию выходной частоты. Затем используйте любой режим редактирования калибратора 9100 для изменения частоты. (Обратите внимание, что новое значение должно лежать в пределах, указанных в таблицах).
8. Нажмите клавишу **ON** для включения выхода калибратора 9100.
9. Убедитесь, что курсор управления показывает выходную амплитуду на экране калибратора 9100 и увеличивайте или уменьшайте это значение, используя управление курсором и/или ручкой до тех пор, пока показание на образцовом цифровом мультиметре, который соединен с выходными клеммами лицевой панели 9100 не станет таким же, как отображенное целевое значение. (**Примечание:** учтите время установления, требуемое для внешнего измерительного прибора).
10. Если Вы удовлетворены результатом, нажмите клавишу **CALIB** для определения и применения к калибратору 9100 поправочного коэффициента, гарантирующего, что его отображаемое выходное значение и фактическое значение выхода совпадают. Экран возвратится в режим калибровки **CAL** и измеренное значение теперь должно быть равно отображенному выходному значению.
11. Нажмите клавишу **OFF** для отключения выхода калибратора 9100.
12. Повторите пункты со (2) по (11) для каждой целевой величины, приведенной на экране выбора цели.
13. Повторите пункты с (1) по (11) для каждой аппаратной конфигурации, приведенной в таблице (также смотрите замечание, приведенное ниже).

**Замечание:** Если дополнительно к функции переменного напряжения калибруются другие функции, то обратитесь к *Таблице 10.4.2.1 на странице 10.4-5* для информации о последовательности калибровок.

#### 10.4.4.6 Калибровка дополнительного (AUX) выхода переменного напряжения (DC Voltage) (для опции мощности)

##### Настройка калибровки

**1. Соединения** Убедитесь, что калибратор 9100 соединен с образцовым цифровым мультиметром как показано на Рис. 10.4.3.2 и оба прибора включены и прогреты.

**2. 9100** Убедитесь, что калибратор 9100 находится в режиме стандартной калибровки (STANDARD CAL) и затем выберите Power (Мощность) и AC Volts (Переменное напряжение), нажимая клавишу **AUX** на лицевой панели и сопровождая последовательностью функциональных клавиш **POWER\***, **W**, **CHANNEL MODE**, **VOLTAGE**.  
Обратитесь также к Рис. 10.2.2.

\* Это нажатие клавиши требуется, только если одна из опций калибровки осциллографа (Опция 250 или Опция 600) подключена.

**Table 10.4.4.3: Калибровочные точки дополнительного выхода переменного напряжения (Auxiliary AC Voltage)**

Аппаратные диапазоны	Значения калибровочных точек (цели)					
	Уровень			Частота (Гц)		
	По умолчанию	Миним.	Максим.	По умолчанию	Миним.	Максим.
0.000 мВ до 3.200 мВ	3.00000 мВ	1.80000 мВ	3.20000 мВ	40	35	45
	3.00000 мВ	1.80000 мВ	3.20000 мВ	150	140	160
	3.00000 мВ	1.80000 мВ	3.20000 мВ	1000	900	1100
	3.00000 мВ	1.80000 мВ	3.20000 мВ	3000	2500	3000
3.21 мВ до 32.00 мВ	30.0000 мВ	18.0000 мВ	32.0000 мВ	40	35	45
	30.0000 мВ	18.0000 мВ	32.0000 мВ	150	140	160
	30.0000 мВ	18.0000 мВ	32.0000 мВ	1000	900	1100
	30.0000 мВ	18.0000 мВ	32.0000 мВ	3000	2500	3000
32.1 мВ до 320.0 мВ	300.000 мВ	180.000 мВ	320.000 мВ	40	35	45
	300.000 мВ	180.000 мВ	320.000 мВ	150	140	160
	300.000 мВ	180.000 мВ	320.000 мВ	1000	900	1100
	300.000 мВ	180.000 мВ	320.000 мВ	3000	2500	3000
0.321 В до 3.200 В	3.00000 В	1.80000 В	3.20000 В	40	35	45
	3.00000 В	1.80000 В	3.20000 В	150	140	160
	3.00000 В	1.80000 В	3.20000 В	1000	900	1100
	3.00000 В	1.80000 В	3.20000 В	3000	2500	3000
3.201 В до 7.500 В	6.00000 В	4.00000 В	6.50000 В	40	35	45
	6.00000 В	4.00000 В	6.50000 В	150	140	160
	6.00000 В	4.00000 В	6.50000 В	1000	900	1100
	6.00000 В	4.00000 В	6.50000 В	3000	2500	3000

---

#### 10.4.4.5 Калибровочная процедура

1. Выберите требуемую аппаратную конфигурацию, устанавливая значение выхода калибратора 9100 в соответствующую величину, которую использует аппаратная конфигурация.
2. Установите образцовый цифровой мультиметр на соответствующий измерительный диапазон.
3. Нажмите экранную кнопку калибратора 9100 **TARGET** для перехода к экрану выбора цели аппаратной конфигурации.
4. Используйте (а) или (b):
  - a. Чтобы выбрать значения целевых калибровочных точек, использованных во время *предыдущей калибровки* (обозначенных как **SAVED CALIBRATION TARGETS (СОХРАНЕННЫЕ КАЛИБРОВОЧНЫЕ ЦЕЛИ)**), нажмите экранную кнопку **Factor**, соответствующую требуемой величине цели, чтобы перейти к экрану 'calibrate' для величины цели.
  - b. Чтобы выбрать значения целевых калибровочных точек, используемых *по умолчанию* для данной аппаратной конфигурации, нажмите экранную кнопку **DEFLT** и затем нажмите экранную кнопку **Factor**, соответствующую требуемой величине цели, чтобы перейти к экрану 'calibrate' для величины цели.
5. Для изменения амплитуды целевой калибровочной точки, нажмите клавишу **TAB** , чтобы позиционировать курсор на значении амплитуды калибровочной точки. Затем используйте любой режим редактирования калибратора 9100 для изменения этой величины. (Обратите внимание, что новая величина должна находиться внутри минимальных и максимальных пределов, указанных в таблице).
6. Нажмите экранную кнопку **TRANSFR** для ввода амплитуды и частоты целевой калибровочной точки в выходной дисплей управления калибратора 9100.
7. Если Вы желаете изменить частоту целевой калибровочной точки, нажмите клавишу табуляции **TAB**  один или более раз для перехода курсора на позицию выходной частоты. Затем используйте любой режим редактирования калибратора 9100 для изменения частоты. (Обратите внимание, что новое значение должно лежать в пределах, указанных в таблицах).
8. Нажмите клавишу **ON** для включения выхода калибратора 9100.
9. Убедитесь, что курсор вернулся к выходной амплитуде на дисплее 9100. Увеличивайте или уменьшайте это значение, используя управления курсором и/или ручкой до тех пор, пока показание на образцовом цифровом мультиметре, который соединен с выходными клеммами лицевой панели 9100 не станет таким же, как отображенное целевое значение. (**Примечание:** учтите время установления, требуемое для внешнего измерительного прибора).
10. Если Вы удовлетворены результатом, нажмите клавишу **CALIB** определения и применения к калибратору 9100 поправочного коэффициента, гарантирующего, что его отображаемое выходное значение и фактическое значение выхода совпадают. Экран возвратится в режим калибровки **CAL** и измеренное значение теперь должно быть равно отображенному выходному значению.
11. Нажмите клавишу **OFF** для отключения выхода калибратора 9100.
12. Повторите пункты со (2) по (11) для каждой аппаратной конфигурации, приведенной в таблице (также смотрите замечание, приведенное ниже).
13. Повторите пункты с (1) по (11) для каждой аппаратной конфигурации, приведенной в таблице (также смотрите замечание, приведенное ниже).

**Замечание:** Если дополнительно к функции переменного напряжения калибруются другие функции, то обратитесь к *Таблице 10.4.2.1 на странице 10.4-5* для информации о последовательности калибровок.

---

## **10.4.5 Калибровка функции постоянного тока**

### **10.4.5.1. Введение**

Этот раздел - руководство по калибровке функции постоянного тока калибратора 9100 при использовании средств управления лицевой панели. Он охватывает следующие темы:

10.4.5.2 Требуемое калибровочное оборудование

10.4.5.3 Межсоединения

10.4.5.4 Калибровочные настройки

10.4.5.5 Калибровочная процедура

### **10.4.5.2 Требуемое калибровочное оборудование**

Образцовый цифровой мультиметр (DMM) с длинной шкалой и прослеживаемыми характеристиками соединяется с выходными клеммами калибратора 9100 короткими, высококачественными проводами. Например, цифровой мультиметр модели 1281. Обратите внимание, что некоторые цифровые мультиметры могут потребовать прецизионных токовых шунтов для измерения токов до 10 А.

### 10.4.5.3 Межсоединения

Межсоединения для низких токовых выходов ( $\leq 1A$ )

Межсоединения для высоких токовых выходов ( $>1A$ )

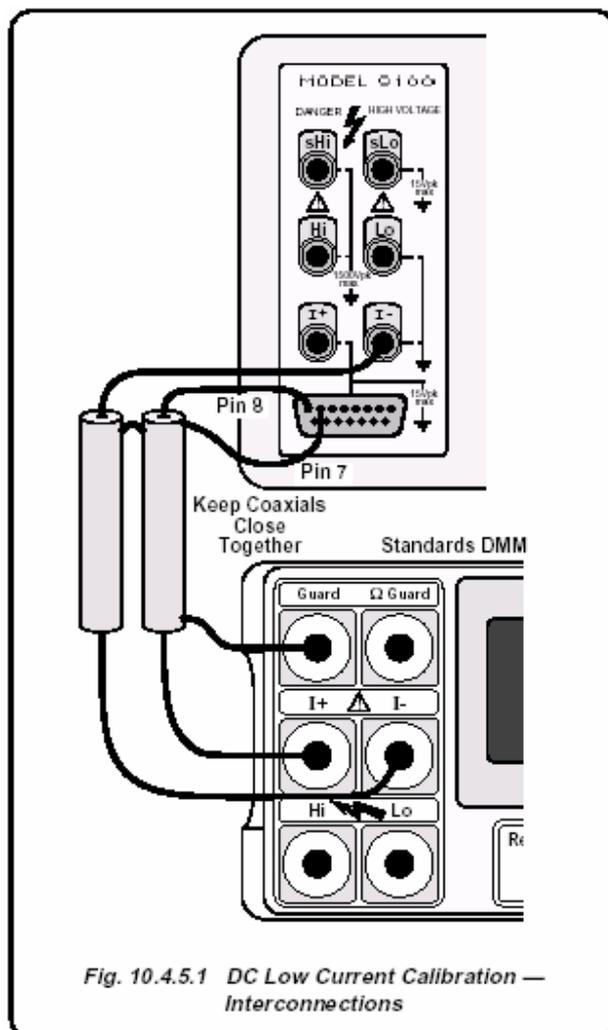


Рис. 10.4.5.1 Калибровка низких постоянных токов — межсоединения

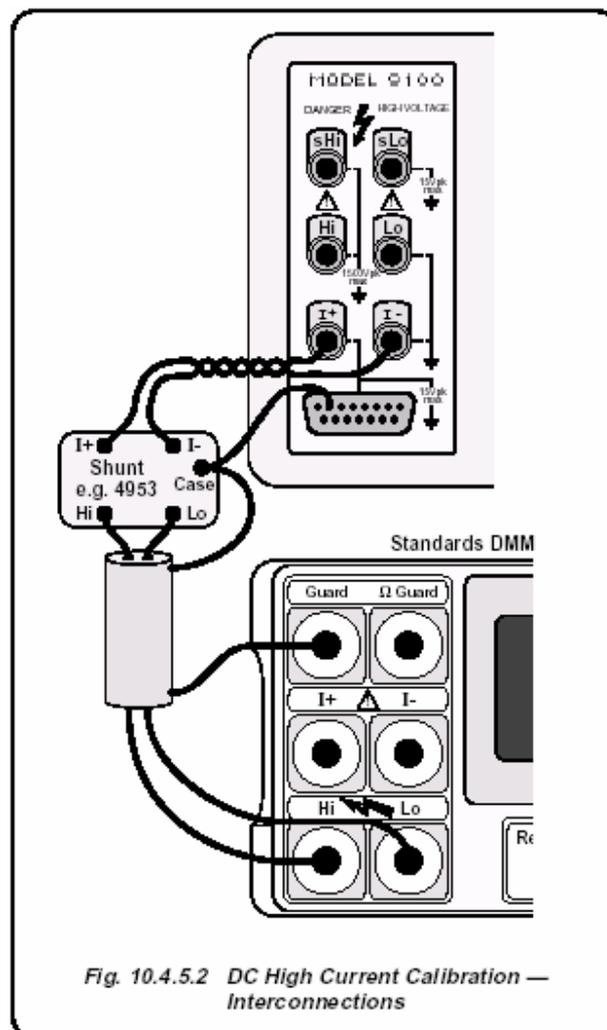


Рис. 10.4.5.2 Калибровка больших постоянных токов — межсоединения

#### 10.4.5.4 Калибровочные настройки

- 1. Соединения** Убедитесь, что 9100 соединен с образцовым цифровым мультиметром (DMM) как показано на Рис. 10.4.5.1 или Рис. 10.4.5.2 (в зависимости от величины калибруемого тока), и оба прибора включены и прогреты. Если измерительный прибор имеет переключаемую сигнальную защиту, то она должна быть установлена для дистанционной защиты. Если он не имеет защитных особенностей, то никакие защитные провода не соединяются с DMM.
- 2. 9100** Убедитесь, что калибратор 9100 находится в режиме STANDARD CAL и затем выберите функцию постоянного тока (DC Current), нажимая кнопку 'A' справа на лицевой панели.

Таблица 10.4.5.1: Аппаратные конфигурации и калибровочные точки функции постоянного тока (от нуля до 320 мА)

Выходной диапазон, перекрываемый аппаратной конфигурацией	Соответствующее выходное значение для выбранной аппаратной конфигурации	Значения калибровочных точек (цели)			Номер коэф.
		По умолчанию	Миним.	Максим.	
000.000 мкА до ±320.000 мкА	100 мкА	000.000 мкА	-0.080 мкА	32.000 мкА	1
		+190.000 мкА	180.000 мкА	320.000 мкА	2
±0.32001 мА до ±3.20000 мА	1 мА	-1.90000 мА	-3.20000 мА	-1.80000 мА	1
		+1.90000 мА	+1.80000 мА	+3.20000 мА	2
±3.2001 мА до ±32.0000 мА	10 мА	-19.0000 мА	-32.0000 мА	-18.0000 мА	1
		+19.0000 мА	+18.0000 мА	+32.0000 мА	2
±32.001 мА до ±320.000 мА	100 мА	-190.000 мА	-320.000 мА	-180.000 мА	1
		+190.000 мА	+180.000 мА	+320.000 мА	2

Таблица 10.4.5.2: Аппаратные конфигурации и калибровочные точки функции постоянного тока (от 0.32 А до 20 А)

Выходной диапазон, перекрываемый аппаратной конфигурацией	Соответствующее выходное значение для выбранной аппаратной конфигурации	Значения калибровочных точек (цели)			Номер коэф.
		По умолчанию	Миним.	Максим.	
±0.32001 А до ±3.20000 А	1 А	-1.90000 А	-3.20000 А	-1.80000 А	1
		+1.90000 А	+1.80000 А	+3.20000 А	2
±3.2001 А до ±20.0000 А	10 А	-10.0000 А	-10.5000 А	-7.0000 А	1
		+10.0000 А	+7.0000 А	+10.5000 А	2

---

#### 10.4.4.5 Калибровочная процедура

1. Выберите требуемую аппаратную конфигурацию, устанавливая значение выхода калибратора 9100 в соответствующую величину, которую использует аппаратная конфигурация.
2. Установите образцовый цифровой мультиметр на соответствующий измерительный диапазон.
3. Нажмите экранную кнопку калибратора 9100 **TARGET** для перехода к экрану выбора цели аппаратной конфигурации.
4. Используйте (а) или (б):
  - a. Чтобы выбрать значения целевых калибровочных точек, использованных во время *предыдущей калибровки* (обозначенных как **SAVED CALIBRATION TARGETS (СОХРАНЕННЫЕ КАЛИБРОВОЧНЫЕ ЦЕЛИ)**), нажмите экранную кнопку **Factor**, соответствующую требуемой величине цели, чтобы перейти к экрану 'calibrate' для величины цели.
  - b. Чтобы выбрать значения целевых калибровочных точек, используемых *по умолчанию* для данной аппаратной конфигурации, нажмите экранную кнопку **DEFLT** и затем нажмите экранную кнопку **Factor**, соответствующую требуемой величине цели, чтобы перейти к экрану 'calibrate' для величины цели.
5. Для изменения амплитуды целевой калибровочной точки, нажмите клавишу **TAB** , чтобы позиционировать курсор на значении амплитуды калибровочной точки. Затем используйте любой режим редактирования калибратора 9100 для изменения этой величины. (Обратите внимание, что новая величина должна находиться внутри минимальных и максимальных пределов, указанных в таблице).
6. Нажмите экранную кнопку **TRANSFR** для ввода целевой калибровочной точки в выходной дисплей управления калибратора 9100.
7. Нажмите клавишу **ON** для включения выхода калибратора 9100.
8. Нажмите клавишу табуляции **TAB**  чтобы вернуть курсор к выходной амплитуде на дисплее 9100, и увеличивайте или уменьшайте это значение, используя управление курсором и/или ручкой до тех пор, пока показание на образцовом цифровом мультиметре, который соединен с выходными клеммами лицевой панели 9100 не станет таким же, как отображенное целевое значение. (**Примечание:** учтите время установления, требуемое для внешнего измерительного прибора).
9. Если Вы удовлетворены результатом, нажмите клавишу **CALIB** для поределения и применения к калибратору 9100 поправочного коэффициента, гарантирующего, что его отображаемое выходное значение и фактическое значение выхода совпадают. Экран возвратится в режим калибровки **CAL** и измеренное значение теперь должно быть равно отображенному выходному значению.
10. Нажмите клавишу **OFF** для отключения выхода калибратора 9100.
11. Повторите пункты со (2) по (10) для каждой целевой величины, приведенной на экране выбора цели.
12. Повторите пункты с (1) по (11) для каждой аппаратной конфигурации, приведенной в таблице (также смотрите замечание, приведенное ниже).

**Замечание:** Если дополнительно к функции постоянного тока калибруются другие функции, то обратитесь к *Таблице 10.4.2.1 на странице 10.4-5* для информации о последовательности калибровок.

---

#### 10.4.5.6 Калибровка дополнительного выхода постоянного тока (Auxiliary DC Current) (для опции мощности)

##### Калибровочные настройки

- 1. Соединения**      Для диапазона 320 мА соедините 9100 и образцовый мультиметр как показано на Рис. 10.4.5.3. Если мультиметр имеет переключение с дистанционной на локальную защиту, установите локальную защиту.  
Для всех других диапазонов соедините 9100 с образцовым мультиметром как показано на Рис. 10.4.5.4. Если мультиметр имеет переключение с дистанционной на локальную защиту, она должна быть установлена на дистанционную защиту в случае соединения через корпус шунта. Если он не имеет защитных особенностей, то никакие защитные провода с DMM не соединяются.  
Убедитесь, что оба прибора включены и прогреты.
- 2. 9100**              Убедитесь, что калибратор 9100 находится в режиме стандартной калибровки (STANDARD CAL) и затем выберите Power (мощность) и DC Current (постоянный ток), нажимая кнопку AUX на лицевой панели и последовательность функциональных кнопок POWER\*, , , CURRENT.  
Обратитесь также к Рис. 10.2.2.  
\* Это нажатие клавиши требуется, только если подключена одна из опций калибровки осциллографа (Опция 250 или Опция 600).

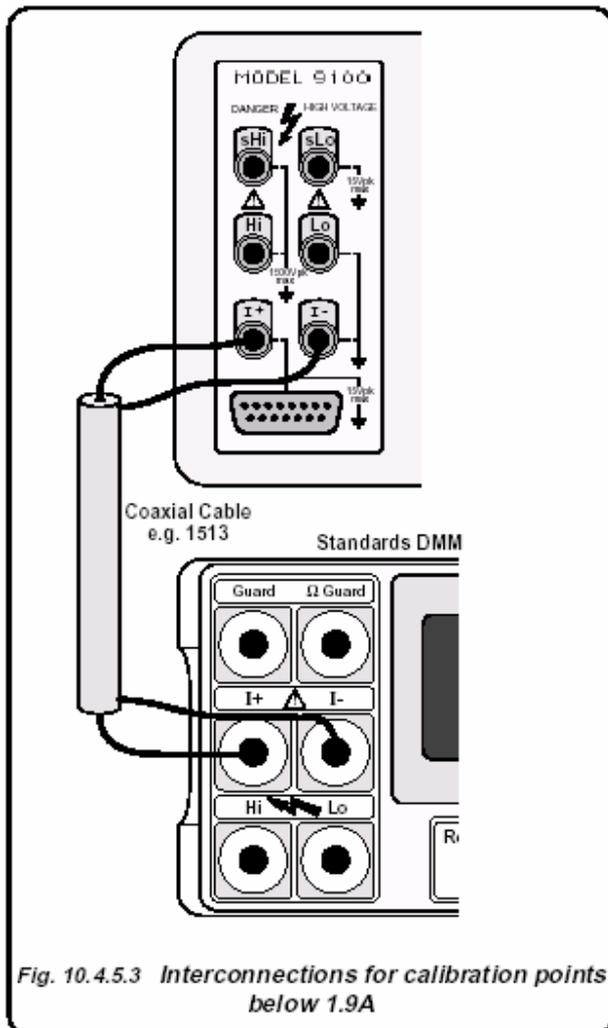


Рис. 10.4.5.3 Межсоединения для калибровочных точек ниже 1.9 А

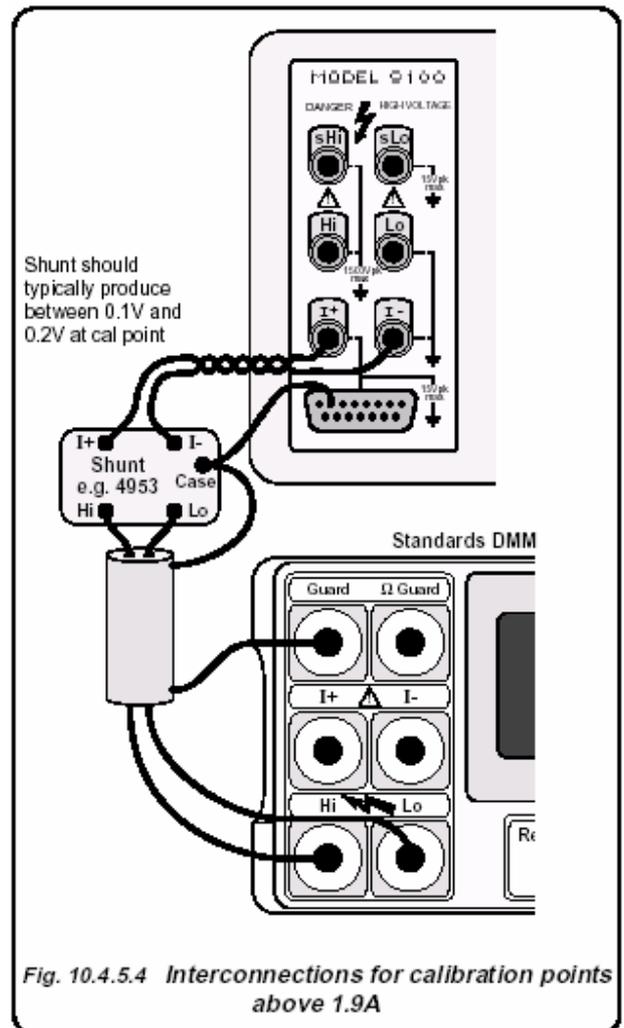


Рис. 10.4.5.4 Межсоединения для калибровочных точек выше 1.9 А

---

**Таблица 10.4.5.3: Калибровочные точки дополнительного выхода по постоянному току**

Аппаратные диапазоны	Значения калибровочных точек (цели)		
	По умолчанию	Минимальное	Максимальное
0.000 мА до $\pm 320.0$ мА	-300.000 мА	-320.000 мА	-180.00 мА
(один диапазон)	+300.000 мА	+180.000 мА	+320.000 мА
$\pm 0.321$ А до $\pm 3.200$ А	-3.00000 А	-3.20000 А	-1.80000 А
	+3.00000 А	+1.80000 А	+3.20000 А
$\pm 3.21$ до $\pm 32.00$ А	-10.0000 А	-10.5000 А	-7.00000 А
	+10.0000 А	+7.00000 А	+10.5000 А

---

#### 10.4.4.5 Калибровочная процедура

1. Выберите требуемую аппаратную конфигурацию, устанавливая значение выхода калибратора 9100 в соответствующую величину, которую использует аппаратная конфигурация.
2. Установите образцовый цифровой мультиметр на соответствующий измерительный диапазон.
3. Нажмите экранную кнопку калибратора 9100 **TARGET** для перехода к экрану выбора цели аппаратной конфигурации.
4. Используйте (а) или (b):
  - a. Чтобы выбрать значения целевых калибровочных точек, использованных во время *предыдущей калибровки* (обозначенных как **SAVED CALIBRATION TARGETS (СОХРАНЕННЫЕ КАЛИБРОВОЧНЫЕ ЦЕЛИ)**), нажмите экранную кнопку **Factor**, соответствующую требуемой величине цели, чтобы перейти к экрану 'calibrate' для величины цели.
  - b. Чтобы выбрать значения целевых калибровочных точек, используемых *по умолчанию* для данной аппаратной конфигурации, нажмите экранную кнопку **DEFLT** и затем нажмите экранную кнопку **Factor**, соответствующую требуемой величине цели, чтобы перейти к экрану 'calibrate' для величины цели.
5. Для изменения амплитуды целевой калибровочной точки, нажмите клавишу **TAB** , чтобы позиционировать курсор на значении амплитуды калибровочной точки. Затем используйте любой режим редактирования калибратора 9100 для изменения этой величины. (Обратите внимание, что новая величина должна находиться внутри минимальных и максимальных пределов, указанных в таблице).
6. Нажмите экранную кнопку **TRANSFR** для ввода целевой калибровочной точки в выходной дисплей управления калибратора 9100.
7. Нажмите клавишу **ON** для включения выхода калибратора 9100.
8. Нажмите клавишу табуляции **TAB** , чтобы вернуть курсор к выходной амплитуде на дисплее 9100. Увеличивайте или уменьшайте это значение, используя управление курсором и/или ручкой до тех пор, пока показание на образцовом цифровом мультиметре, который соединен с выходными клеммами лицевой панели 9100 не станет таким же, как отображенное целевое значение. (**Примечание:** учтите время установления, требуемое для внешнего измерительного прибора).
9. Если Вы удовлетворены результатом, нажмите клавишу **CALIB** для определения и применения к калибратору 9100 поправочного коэффициента, гарантирующего, что его отображаемое выходное значение и фактическое значение выхода совпадают. Экран возвратится в режим калибровки **CAL** и измеренное значение теперь должно быть равно отображенному выходному значению.
10. Нажмите клавишу **OFF** для отключения выхода калибратора 9100.
11. Повторите пункты со (2) по (10) для каждой целевой величины, приведенной на экране выбора цели.
12. Повторите пункты с (1) по (11) для каждой аппаратной конфигурации, приведенной в таблице (также смотрите замечание, приведенное ниже).

**Замечание:** Если дополнительно к функции постоянного тока калибруются другие функции, то обратитесь к *Таблице 10.4.2.1 на странице 10.4-5* для информации о последовательности калибровок.

---

## **10.4.6 Калибровка функции переменного тока (AC Current)**

### **10.4.6.1 Введение**

Этот раздел - руководство по калибровке функции переменного тока калибратора 9100 при использовании средств управления лицевой панели. Рассмотрены следующие темы:

10.4.6.2 Требуемое калибровочное оборудование

10.4.6.3 Межсоединения

10.4.6.4 Калибровочные настройки

10.4.6.5 Калибровочная процедура

### **10.4.6.2 Требуемое калибровочное оборудование**

Образцовый цифровой мультиметр (DMM) с длинной шкалой и прослеживаемыми характеристиками соединяется с выходными клеммами калибратора 9100 коротким, высококачественным коаксиальным кабелем. Например, цифровой мультиметр модели Wavetek 1281.

Обратите внимание, что некоторые цифровые мультиметры могут потребовать прецизионных токовых шунтов для измерения токов до 10 А.

### 10.4.5.3 Межсоединения

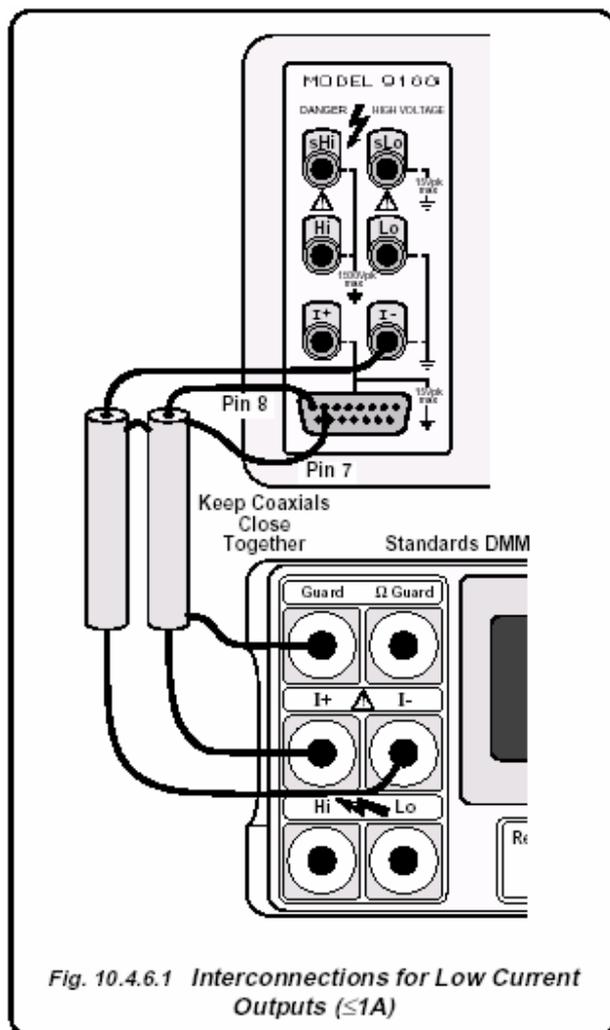
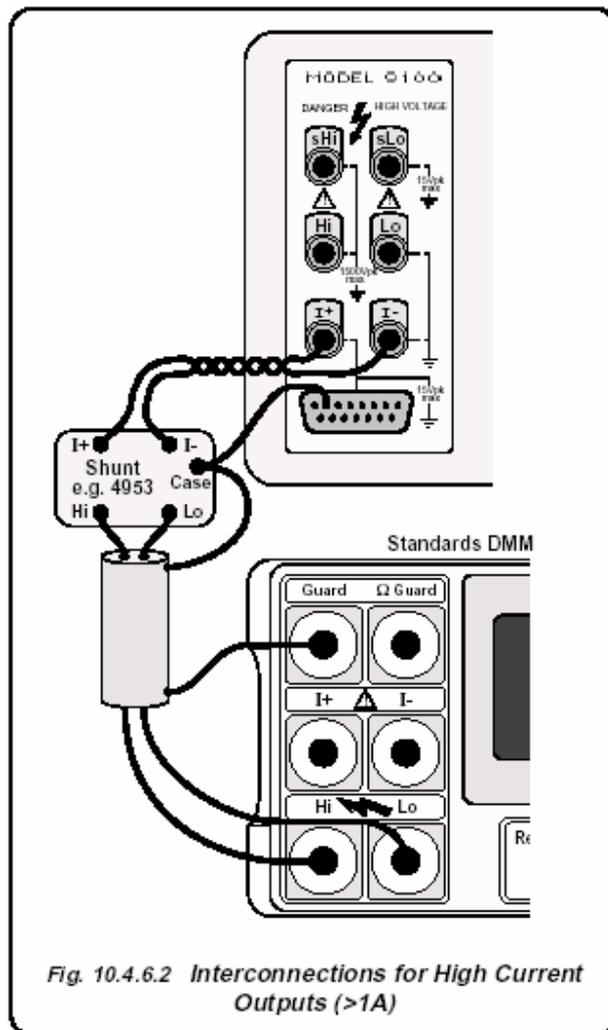


Fig. 10.4.6.1 Межсоединения для низких токовых выходов ( $\leq 1A$ )



Межсоединения для высоких токовых выходов ( $>1A$ )

#### 10.4.6.4 Калибровочные настройки

##### 1. Соединения

Убедитесь, что 9100 соединен с образцовым цифровым мультиметром (DMM) как показано на Рис. 10.4.6.1 или Рис. 10.4.6.2 (в зависимости от величины калибруемого тока), и оба прибора включены и прогреты. Если измерительный прибор имеет переключаемую сигнальную защиту, то она должна быть установлена для дистанционной защиты. Если он не имеет защитных особенностей, то никакие защитные провода не соединяются с DMM.

##### 2. 9100

- Убедитесь, что калибратор 9100 находится в режиме STANDARD CAL и затем выберите функцию переменного тока (DC Current), нажимая кнопку «A» справа на лицевой панели с последующим нажатием экранной кнопки , смежной с надписью.
- Убедитесь, что выбран *синусоидальный сигнал*, выбор *фазы (Phase)* не активен (надпись  $\Delta\Phi$  темная на светлом фоне).

Таблица 10.4.6.1: Аппаратные конфигурации для переменного тока (от нуля до 320 мА) и калибровочные точки

Выходной диапазон, перекрываемый аппаратной конфигурацией	Соответст. выходное значение для выбранной аппаратной конфигурации	Значения калибровочных точек (цели)						Номер коэф.
		Амплитуда			Частота			
		По умолчанию	Миним.	Максим.	По умолчанию	Миним.	Максим.	
000.000 мкА до 320.000 мкА	100 мкА	300.000 мкА	180.000 мкА	320.000 мкА	110.00 Гц	10.00 Гц	320.00 Гц	1
		300.000 мкА	180.000 мкА	320.000 мкА	3.0000 кГц	1.0000 кГц	5.000 кГц	2
		300.000 мкА	180.000 мкА	320.000 мкА	30.000 кГц	20.000 кГц	30.000 кГц	3
0.32001 мА до 3.20000 мА	1 мА	3.00000 мА	1.80000 мА	3.20000 мА	110.00 Гц	10.00 Гц	320.00 Гц	1
		3.00000 мА	1.80000 мА	3.20000 мА	3.0000 кГц	1.0000 кГц	5.000 кГц	2
		3.00000 мА	1.80000 мА	3.20000 мА	30.000 кГц	20.000 кГц	30.000 кГц	3
3.2001 мА до 32.0000 мА	10 мА	30.0000 мА	18.0000 мА	32.0000 мА	110.00 Гц	10.00 Гц	320.00 Гц	1
		30.0000 мА	18.0000 мА	32.0000 мА	3.0000 кГц	1.0000 кГц	5.000 кГц	2
		30.0000 мА	18.0000 мА	32.0000 мА	30.000 кГц	20.000 кГц	30.000 кГц	3
32.001 мА до 320.000 мА	100 мА	300.000 мА	180.000 мА	320.000 мА	110.00 Гц	10.00 Гц	320.00 Гц	1
		300.000 мА	180.000 мА	320.000 мА	3.0000 кГц	1.0000 кГц	5.000 кГц	2
		300.000 мА	180.000 мА	320.000 мА	30.000 кГц	20.000 кГц	30.000 кГц	3

Таблица 10.4.6.2: Аппаратные конфигурации для переменного тока (от 0.32 А до 20 А) и калибровочные точки

Выходной диапазон, перекрываемый аппаратной конфигурацией	Соответст. выходное значение для выбранной аппаратной конфигурации	Значения калибровочных точек (цели)						Номер коэф.
		Амплитуда			Частота			
		По умолчанию	Миним.	Максим.	По умолчанию	Миним.	Максим.	
0.32001 А до 3.20000 А	1 А	3.00000 А	1.80000 А	3.20000 А	110.00 Гц	10.00 Гц	320.00 Гц	1
		3.00000 А	1.80000 А	3.20000 А	3.0000 кГц	2.0000 кГц	4.000 кГц	2
		3.00000 А	1.80000 А	3.20000 А	10.000 кГц	7.000 кГц	10.000 кГц	3
3.2001 А до 20.0000 А	10 А	10.0000 А	7.0000 А	10.5000 А	110.00 Гц	10.00 Гц	320.00 Гц	1
		10.0000 А	7.0000 А	10.5000 А	3.0000 кГц	2.0000 кГц	4.000 кГц	2
		10.0000 А	7.0000 А	10.5000 А	10.000 кГц	7.000 кГц	10.000 кГц	3

---

#### 10.4.4.5 Калибровочная процедура

1. Выберите требуемую аппаратную конфигурацию, устанавливая значение выхода калибратора 9100 в соответствующую величину, которую использует аппаратная конфигурация.
2. Установите образцовый цифровой мультиметр на соответствующий измерительный диапазон.
3. Нажмите экранную кнопку калибратора 9100 **TARGET** для перехода к экрану выбора цели аппаратной конфигурации.
4. Используйте (а) или (б):
  - a. Чтобы выбрать значения целевых калибровочных точек, использованных во время *предыдущей калибровки* (обозначенных как **SAVED CALIBRATION TARGETS (СОХРАНЕННЫЕ КАЛИБРОВОЧНЫЕ ЦЕЛИ)**), нажмите экранную кнопку **Factor**, соответствующую требуемой величине цели, чтобы перейти к экрану 'calibrate' для величины цели.
  - b. Чтобы выбрать значения целевых калибровочных точек, используемых *по умолчанию* для данной аппаратной конфигурации, нажмите экранную кнопку **DEFLT** и затем нажмите экранную кнопку **Factor**, соответствующую требуемой величине цели, чтобы перейти к экрану 'calibrate' для величины цели.
5. Для изменения амплитуды целевой калибровочной точки, нажмите клавишу **TAB** , чтобы позиционировать курсор на значении амплитуды калибровочной точки. Затем используйте любой режим редактирования калибратора 9100 для изменения этой величины. (Обратите внимание, что новая величина должна находиться внутри минимальных и максимальных пределов, указанных в таблице).
6. Нажмите функциональную кнопку **TRANSFR** для ввода целевой калибровочной амплитуды и частоты в выходной дисплей управления калибратора 9100.
7. Если Вы желаете изменить частоту целевой калибровочной точки, нажмите клавишу табуляции **TAB**  один или более раз для перехода курсора на позицию выходной частоты. Теперь используйте любой из режимов редактирования калибратора 9100 для изменения частоты. (Обратите внимание, что новое значение должно лежать в пределах, указанных в таблицах).
8. Нажмите клавишу **ON** для включения выхода калибратора 9100.
9. Убедитесь, что курсор вернулся к выходной амплитуде на дисплее 9100. Увеличивайте или уменьшайте это значение, используя управления курсором и/или ручкой до тех пор, пока показание на образцовом цифровом мультиметре, который соединен с выходными клеммами лицевой панели 9100 не станет таким же, как отображенное целевое значение. (**Примечание:** учтите время установления, требуемое для внешнего измерительного прибора).
10. Если Вы удовлетворены результатом, нажмите клавишу **CALIB** для определения и применения к калибратору 9100 поправочного коэффициента, гарантирующего, что его отображаемое выходное значение и фактическое значение выхода совпадают. Экран возвратится в режим калибровки **CAL** и измеренное значение теперь должно быть равно отображенному выходному значению.
11. Нажмите клавишу **OFF** для отключения выхода калибратора 9100.
12. Повторите пункты со (2) по (11) для каждой целевой величины, приведенной на экране выбора цели.
13. Повторите пункты с (1) по (12) для каждой аппаратной конфигурации, приведенной в таблице (также смотрите замечание, приведенное ниже).

**Замечание:** Если дополнительно к функции переменного тока калибруются другие функции, то обратитесь к *Таблице 10.4.2.1 на странице 10.4-5* для информации о последовательности калибровок.

---

#### 10.4.6.6 Калибровка функции переменного тока для дополнительного (Auxiliary AC Current) выхода (для опции мощности (Power))

##### Калибровочные настройки

- 1. Соединения** Для диапазона **320 мА** соедините 9100 и образцовый мультиметр как показано на Рис. 10.4.6.3. Если мультиметр имеет переключение с дистанционной на локальную защиту, установите локальную защиту.  
Для **всех других диапазонов** соедините 9100 с образцовым мультиметром как показано на Рис. 10.4.6.4. Если мультиметр имеет переключение с дистанционной на локальную защиту, то она должна быть установлена на дистанционную защиту в случае соединения через корпус шунта. Если он не имеет защитных особенностей, то никакие защитные провода не соединяются с DMM.  
Убедитесь, что оба прибора включены и прогреты.
- 2. 9100** Убедитесь, что калибратор 9100 находится в режиме стандартной калибровки (STANDARD CAL) и затем выберите Power (мощность) и AC Current (переменный ток), нажимая кнопку **AUX** на лицевой панели и последовательность функциональных кнопок **POWER\***, , **W**, , **CURRENT**  
Обратитесь также к Рис. 10.2.2.  
\* Это нажатие клавиши требуется, только если подключена одна из опций калибровки осциллографа (Опция 250 или Опция 600).

Межсоединения для диапазона 320 мА

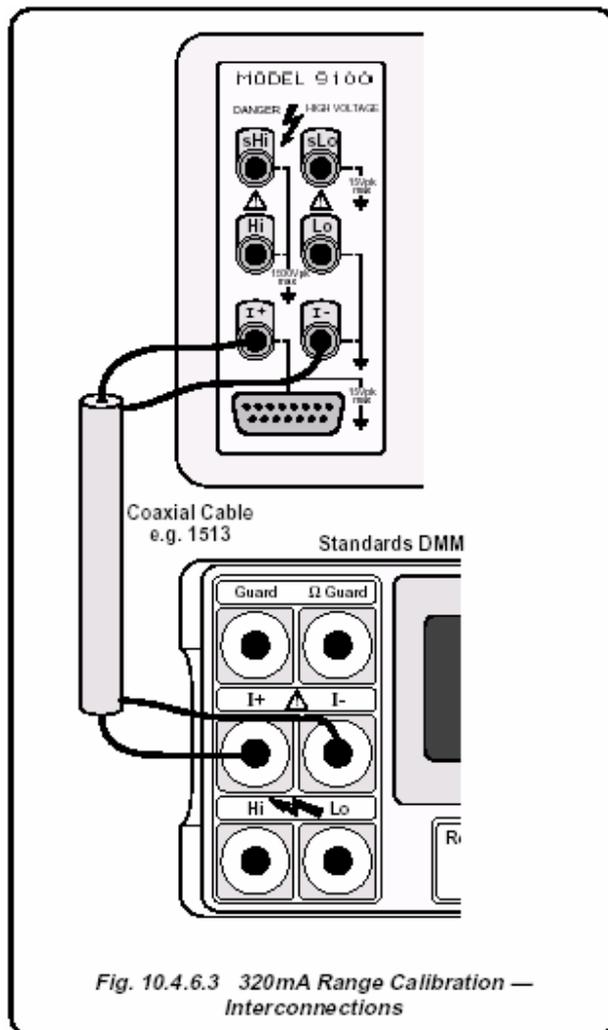


Рис. 10.4.6.3 Калибровка диапазона 320 мА — соединения

Межсоединения для диапазонов выше 320 мА

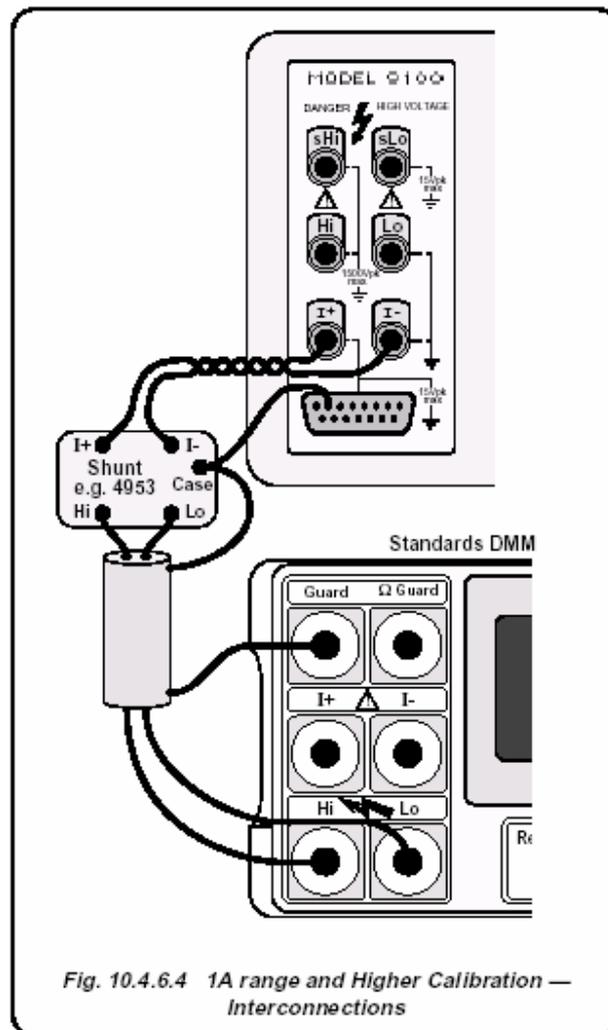


Рис. 10.4.6.4 Калибровка диапазонов 1 А и выше — соединения

**Таблица 10.4.6.3: Калибровочные точки функции переменного тока дополнительного выхода (Auxiliary AC Current)**

Выходной диапазон, покрываемый аппаратной конфигурацией	Значения калибровочных точек (цели)					
	Амплитуда			Частота		
	По умолчанию	Миним.	Максим.	По умолчанию	Миним.	Максим.
0.000 мА до 320.0 мА (один диапазон)	300.000 мА	180.000 мА	320.000 мА	40 Гц	35 Гц	45 Гц
	300.000 мА	180.000 мА	320.000 мА	150 Гц	140 Гц	160 Гц
	300.000 мА	180.000 мА	320.000 мА	1000 Гц	900 Гц	1100 Гц
	300.000 мА	180.000 мА	320.000 мА	3000 Гц	2700 Гц	3000 Гц
0.3201 А до 3.200 А	3.00000 А	1.80000 А	3.20000 А	40 Гц	35 Гц	45 Гц
	3.00000 А	1.80000 А	3.20000 А	150 Гц	140 Гц	160 Гц
	3.00000 А	1.80000 А	3.20000 А	1000 Гц	900 Гц	1100 Гц
	3.00000 А	1.80000 А	3.20000 А	3000 Гц	2700 Гц	3000 Гц
3.21 до 20.00 А	10.0000 А	7.00000 А	10.5000 А	40 Гц	35 Гц	45 Гц
	10.0000 А	7.00000 А	10.5000 А	150 Гц	140 Гц	160 Гц
	10.0000 А	7.00000 А	10.5000 А	1000 Гц	900 Гц	1100 Гц
	10.0000 А	7.00000 А	10.5000 А	3000 Гц	2700 Гц	3000 Гц

---

## Калибровочная процедура

1. Выберите требуемую аппаратную конфигурацию, устанавливая значение выхода калибратора 9100 в соответствующую величину, которую использует аппаратная конфигурация.
2. Установите образцовый цифровой мультиметр на соответствующий измерительный диапазон.
3. Нажмите экранную кнопку калибратора 9100 **TARGET** для перехода к экрану выбора цели аппаратной конфигурации.
4. Используйте (а) или (b):
  - a. Чтобы выбрать значения целевых калибровочных точек, использованных во время *предыдущей калибровки* (обозначенных как **SAVED CALIBRATION TARGETS (СОХРАНЕННЫЕ КАЛИБРОВОЧНЫЕ ЦЕЛИ)**), нажмите экранную кнопку **Factor**, соответствующую требуемой величине цели, чтобы перейти к экрану 'calibrate' для величины цели.
  - b. Чтобы выбрать значения целевых калибровочных точек, используемых *по умолчанию* для данной аппаратной конфигурации, нажмите экранную кнопку **DEFLT** и затем нажмите экранную кнопку **Factor**, соответствующую требуемой величине цели, чтобы перейти к экрану 'calibrate' для величины цели.
5. Для изменения амплитуды целевой калибровочной точки, нажмите клавишу **TAB** , чтобы позиционировать курсор на значении амплитуды калибровочной точки. Затем используйте любой режим редактирования калибратора 9100 для изменения этой величины. (Обратите внимание, что новая величина должна находиться внутри минимальных и максимальных пределов, указанных в таблице).
6. Нажмите функциональную кнопку **TRANSFR** для ввода амплитуды и частоты целевой калибровочной точки в выходной дисплей управления калибратора 9100.
7. Для изменения частоты целевой калибровочной точки, нажмите клавишу табуляции **TAB**  один или более раз для перехода курсора на позицию выходной частоты. Затем используйте любой из обычных режимов редактирования калибратора 9100, чтобы изменить значение частоты. (Обратите внимание, что новое значение должно лежать в пределах, указанных в таблицах).
8. Нажмите клавишу **ON** для включения выхода калибратора 9100.
9. Убедитесь, что курсор вернулся к выходной амплитуде на дисплее 9100, и увеличивайте или уменьшайте это значение, используя управления курсором и/или ручкой до тех пор, пока показание на образцовом цифровом мультиметре, который соединен с выходными клеммами лицевой панели 9100 не станет таким же, как отображенное целевое значение. (**Примечание:** учтите время установления, требуемое для внешнего измерительного прибора).
10. Если Вы удовлетворены результатом, нажмите клавишу **CALIB** для определения и применения к калибратору 9100 поправочного коэффициента, гарантирующего, что его отображаемое выходное значение и фактическое значение выхода совпадают. Экран возвратится в режим калибровки **CAL** и измеренное значение теперь должно быть равно отображенному выходному значению.
11. Нажмите клавишу **OFF** для отключения выхода калибратора 9100.
12. Повторите пункты со (2) по (11) для каждой аппаратной конфигурации, приведенной в таблице (также смотрите замечание, приведенное ниже).
13. Повторите пункты с (1) по (12) для каждой аппаратной конфигурации, приведенной в таблице (также смотрите замечание, приведенное ниже).

**Замечание:** Если дополнительно к функции переменного тока калибруются другие функции, то обратитесь к *Таблице 10.4.2.1 на странице 10.4-5* для информации о последовательности калибровок.

---

## **10.4.7 Калибровка функции сопротивления**

### **10.4.7.1 Введение**

Этот раздел - руководство по калибровке функции сопротивления калибратора 9100 при использовании средств управления лицевой панели. Он охватывает следующие темы:

- 10.4.7.2 Источник токов
- 10.4.7.3 Целевые калибровочные точки
- 10.4.7.4 Требуемое калибровочное оборудование
- 10.4.7.5 Межсоединения
- 10.4.7.6 Калибровочные настройки
- 10.4.7.7 Калибровка аппаратных конфигураций источника большого тока испытываемых приборов (UUT)
- 10.4.7.8 Калибровка аппаратных конфигураций источника низких токов испытываемых приборов (UUT)

#### 10.4.7.2 Источник токов

Калибратор 9100 синтезирует сопротивление, измеряя ток источника ( $I_{source}$ ) текущий в его клеммы, и создавая на своих клеммах напряжение, величина которого определяется выражением:

$$V_{terminals} = I_{source} \times R,$$

Где  $R$  выходная величина, установленная на дисплее калибратора 9100.

Чтобы удовлетворить широкому диапазону токов, используемых различным испытываемыми устройствами (UUT), большинство аппаратных конфигураций (диапазонов выходного сопротивления), связанных с функцией сопротивления, имеют выбираемый пользователем 'UUTi Low', 'UUTi High' и 'UUTi Super' источник тока рабочих режимов.

Эти аппаратные конфигурации и их соответствующие диапазоны источника токов UUT используются при нормальной работе калибратора 9100 как показано в Таблице 10.4.7.1. Калибратор 9100 переключается между UUT источниками токов нажатием экранной кнопки **CHANGE CURRENT**.

Таблица 10.4.7.1: Диапазоны сопротивления и пределы источника тока при нормальной работе

Пределы аппаратной конфигурации на диапазоне выходного сопротивления	Пределы источника постоянного тока		
	UUTi Low	UUTi High	UUTi Super
00.0000 Ом до 40.0000 Ом	250 мкА до 3.5 мА	2.5 мА до 35 мА	25 мА до 350 мА
040.001 Ом до 400.000 Ом	25 мкА до 320 мкА	250 мкА до 3.5 мА	2.5 мА до 35 мА
0.40001 кОм до 4.00000 кОм	25 мкА до 320 мкА	250 мкА до 3.5 мА	2.5 мА до 35 мА
04.0001 кОм до 40.0000 кОм	2.5 мкА до 32 мкА	25 мкА до 350 мкА	250 мкА до 3.5 мА
040.001 кОм до 400.000 кОм	250 нА до 3.2 мкА	2.5 мкА до 35 мкА	25 мкА до 350 мкА
0.40001 МОм до 4.00000 МОм	25 нА до 320 нА	250 нА до 3.5 мкА	2.5 мкА до 35 мкА
04.0001 МОм до 40.0000 МОм	8 нА до 32 нА	25 нА до 350 нА	250 нА до 3.5 мкА
040.001 МОм до 400.000 МОм	4 нА до 32 нА	25 нА до 200 нА	N/A

#### Ограничение выходного напряжения

Согласующее напряжение на клеммах для функции сопротивления ограничено величиной 10 В. Как результат, если произведение ( $I_{source} \times R$ ) больше 10 В, выход входит в режим насыщения и кажущееся выходное сопротивление будет меньше, чем величина, указанная на экране. При этих условиях появится следующее сообщение об ошибке:

```
===== WARNING =====  
UUT sense current is high.  
Internal circuits saturated.  
Change current setting.
```

```
=====ВНИМАНИЕ=====  
Измерительный ток UUT высок.  
Внутренние цепи насыщены.  
Измените настройку тока.
```

---

#### 10.4.7.3 Калибровочные точки

Все конфигурации аппаратных средств функции сопротивления, за исключением той, которая обеспечивает выходы в диапазоне от 00.0000 Ом до 40.0000 Ом, имеют режимы источника тока 'UUTi High' и 'UUTi Low', которые могут калиброваться отдельно при использовании соответствующего источника тока. Не желательно калибровать режим источника тока 'UUTi Super' внешне, поскольку это потребует источника высокого напряжения. По этой причине калибровка 'UUTi Super' делается внутренне при UUTi High и Low калибровках и нет необходимости во внешних калибровках.

Поскольку эти источники токов вводятся в клеммы лицевой панели калибратора 9100 калибровочным оборудованием, обязательно, чтобы диапазон калибровочного оборудования выбирался на основе источника тока, который его генерирует, а не на основе его диапазона измерения сопротивления.

Для создания оптимальных условий калибровки, диапазон калибровочного оборудования должен быть выбран так, чтобы он:

- a. генерировал ток, который находится в пределах диапазона, требуемого выбранной аппаратной конфигурации 9100;
- b. позволял сделать измерение выхода калибратора 9100 для как можно более широкой части (в процентном выражении) диапазона калибровочного оборудования.

Например, предположим, что ваше калибровочное оборудование - образцовый лабораторный цифровой мультиметр (DMM), генерирует ток 10 мкА в диапазоне 1 МОм и 1 мкА в диапазоне 10 МОм. 10 МОм диапазон должен использоваться для калибровки в качестве источника тока UUTi Low аппаратной конфигурации диапазона от 40.001 кОм до 400.000 кОм и источника тока UUTi High аппаратной конфигурации диапазона от 0.40001 МОм до 4.00000 МОм, поскольку оба требуют исходного тока во время калибровки между 500 нА и 2 мкА (см. *Таблицу 10.4.7.3* и *Таблицу 10.4.7.2* соответственно). Хотя, казалось бы, что DMM должен измерять выходы аппаратной конфигурации диапазона от 40.001 кОм до 400.000 кОм более точно на диапазоне 1 МОм, этот диапазон не может использоваться, потому что его ток слишком высок.

*Таблица 10.4.7.2* и *Таблица 10.4.7.3* перечисляет и калибровочные цели, установленные по умолчанию, и набор рекомендуемых калибровочных целей, вместе с пределами источника тока, которые применимы при калибровке 9100.

Калибровочные цели по умолчанию – «идеальные» значения, которые дают оптимальные условия калибровки, но пригодны, если доступно подходящее калибровочное оборудование - то есть калибровочное оборудование, которое генерирует необходимые токи и прослеживаемо калибровано в этих точках. Рекомендуемые калибровочные цели применяются для измерительных приборов (используемых как калибровочные) с декадными диапазонами (например, цифровые мультиметры), при использовании точек с низкой погрешностью на их диапазонах.

#### 10.4.7.4 Требуемое калибровочное оборудование

Процедура основана на использовании прослеживаемых, с длинной шкалой образцовых цифровых мультиметрах (DMM), с короткими соединительными проводами между калибратором 9100 и входом DMM и 4-проводным соединением. Например, цифровой мультиметр модели Wavetek 1281.

---

#### 10.4.7.5 Межсоединения



Рис. 10.4.7.1 Калибровка сопротивления — межсоединения

### 10.4.7.6 Калибровочные настройки

1. **Соединения** Убедитесь, что 9100 соединен с образцовым цифровым мультиметром (DMM) как показано на Рис. 10.4.7. И оба прибора включены и прогреты.
2. **9100** Выберите функцию сопротивления, нажимая клавишу ' $\Omega$ ' справа на лицевой панели.

### 10.4.7.7 Калибровка аппаратных конфигураций источника тока 'UUTi High'

Если калибруются оба источника тока аппаратных конфигураций UUTi High и UUTi Low, калибровка источника тока UUTi High показанная ниже в Таблице 10.4.7.2 выполняется **перед** калибровками источника тока UUTi Low.

**Таблица 10.4.7.2: Сопротивление — аппаратные конфигурации источника тока 'UUTi High' и калибровочные точки**

Выходной диапазон, перекрываемый аппаратной конфигурацией	Соответст. выходное значение для выбранной аппаратной конфигурации	Значения калибровочных точек (цели)						Номер коэф.
		Амплитуда				Источник тока		
		По умолчанию	Миним.	Максим.	Рекомендуемый	Миним.	Макс.	
00.0000 Ом до 40.0000 Ом	10 Ом	1.0000 Ом	0.0100 Ом	7.5000 Ом	0.1000 Ом	500 мкА	2.0 мА	1
		30.0000 Ом	10.0000 Ом	39.0000 Ом	38.0000 Ом	500 мкА	2.0 мА	2
40.001 Ом до 400.000 Ом	100 Ом	60.000 Ом	41.000 Ом	75.000 Ом	45.000 Ом	500 мкА	2.0 мА	1
		300.000 Ом	100.000 Ом	390.000 Ом	380.000 Ом	500 мкА	2.0 мА	2
0.40001 кОм до 4.00000 кОм	1 кОм	0.60000 кОм	0.41000 кОм	0.75000 кОм	0.45000 кОм	500 мкА	2.0 мА	1
		3.00000 кОм	1.00000 кОм	3.90000 кОм	1.95000 кОм	500 мкА	2.0 мА	2
4.0001 кОм до 40.0000 кОм	10 кОм	6.0000 кОм	4.1000 кОм	7.5000 кОм	4.5000 кОм	50 мкА	200 мкА	1
		30.0000 кОм	10.0000 кОм	39.0000 кОм	38.0000 кОм	50 мкА	200 мкА	2
40.001 кОм до 400.000 кОм	100 кОм	60.000 кОм	41.000 кОм	75.000 кОм	45.000 кОм	5.0 мкА	20 мкА	1
		300.000 кОм	100.000 кОм	390.000 кОм	380.000 кОм	5.0 мкА	20 мкА	2
0.40000 МОм до 4.00000 МОм	1 МОм	0.60000 МОм	0.41000 МОм	0.75000 МОм	0.45000 МОм	500 нА	2.0 мкА	1
		3.00000 МОм	1.00000 МОм	3.90000 МОм	3.80000 МОм	500 нА	2.0 мкА	2
4.0001 МОм до 40.0000 МОм	10 МОм	6.0000 МОм	4.1000 МОм	7.5000 МОм	4.5000 МОм	50 нА	200 нА	1
		30.0000 МОм	10.0000 МОм	39.0000 МОм	38.0000 МОм	50 нА	200 нА	2
40.001 МОм до 400.000 МОм	100 МОм	60.000 МОм	41.000 МОм	70.000 МОм	45.000 МОм	50 нА	100 нА	1
		300.000 МОм	76.500 МОм	390.000 МОм	80.000 МОм	50 нА	100 нА	2 <sup>[1]</sup>

**Замечания:**

[1] Эта точка калибровки ограничена максимальным током. Если фактический ток - меньше чем обозначенный максимум, выходное значение может быть пропорционально увеличено. Например, ток 50 нА позволил бы увеличить точку калибровки до 160 МОм.

---

## Калибровочная процедура

1. Выберите требуемую аппаратную конфигурацию, устанавливая значение выхода калибратора 9100 в соответствующую величину, которую использует аппаратная конфигурация.
2. Установите образцовый цифровой мультиметр на соответствующий измерительный диапазон.
3. Нажмите экранную кнопку калибратора 9100 **TARGET** для перехода к экрану выбора цели аппаратной конфигурации.
4. Используйте (а) или (b):
  - a. Чтобы выбрать значения целевых калибровочных точек, использованных во время *предыдущей калибровки* (обозначенных как **SAVED CALIBRATION TARGETS (СОХРАНЕННЫЕ КАЛИБРОВОЧНЫЕ ЦЕЛИ)**), нажмите экранную кнопку **Factor**, соответствующую требуемой величине цели, чтобы перейти к экрану 'calibrate' для величины цели.
  - b. Чтобы выбрать значения целевых калибровочных точек, используемых *по умолчанию* для данной аппаратной конфигурации, нажмите экранную кнопку **DEFLT** и затем нажмите экранную кнопку **Factor**, соответствующую требуемой величине цели, чтобы перейти к экрану 'calibrate' для величины цели.
5. Для изменения амплитуды целевой калибровочной точки, нажмите клавишу **TAB** , чтобы позиционировать курсор на значении амплитуды калибровочной точки. Затем используйте любой режим редактирования калибратора 9100 для изменения этой величины. (Обратите внимание, что новая величина должна находиться внутри минимальных и максимальных пределов, указанных в таблице).
6. Нажмите экранную кнопку **TRANSFR** для ввода целевой калибровочной точки в выходной дисплей управления калибратора 9100.
7. Нажмите клавишу **ON** для включения выхода калибратора 9100.
8. Нажмите клавишу табуляции **TAB**  чтобы вернуть курсор к выходной амплитуде на дисплее 9100, и увеличивайте или уменьшайте это значение, используя управление курсором и/или ручкой до тех пор, пока показание на образцовом цифровом мультиметре, который соединен с выходными клеммами лицевой панели 9100 не станет таким же, как отображенное целевое значение. (**Примечание:** учтите время установления, требуемое для внешнего измерительного прибора).
9. Если Вы удовлетворены результатом, нажмите клавишу **CALIB** для определения и применения к калибратору 9100 поправочного коэффициента, гарантирующего, что его отображаемое выходное значение и фактическое значение выхода совпадают. Экран возвратится в режим калибровки **CAL** и измеренное значение теперь должно быть равно отображенному выходному значению.
10. Нажмите клавишу **OFF** для отключения выхода калибратора 9100.
11. Повторите пункты со (2) по (10) для каждой целевой величины, приведенной на экране выбора цели.
12. Повторите пункты с (1) по (11) для каждой аппаратной конфигурации, приведенной в таблице (также смотрите замечание, приведенное ниже).

**Замечание:** Если дополнительно к функции сопротивления калибруются другие функции, то обратитесь к *Таблице 10.4.2.1 на странице 10.4-5* для информации о последовательности калибровок.

#### 10.4.7.8 Калибровка аппаратной конфигурации источника тока 'UUTi Low'

Если калибруются оба источника тока аппаратных конфигураций UUTi High и UUTi Low, калибровка источника тока UUTi Low показанная ниже в Таблице 10.4.7.2 выполняется **после** калибровки источника тока UUTi High. (Смотри ниже замечание [2])

**Таблица 10.4.7.3: Сопротивление — аппаратные конфигурации источника тока 'UUTi Low' и калибровочные точки**

Выходной диапазон, перекрываемый аппаратной конфигурацией	Соответст. выходное значение для выбранной аппаратной конфигурации	Калибровочные точки						Номер коэф.
		Амплитуда				Источник тока		
		По умолчанию	Миним.	Максим.	Рекомендуемый	Миним.	Макс.	
40.001 Ом до 400.000 Ом	100 Ом	60.000 Ом	41.000 Ом	75.000 Ом	45.000 Ом	50 мкА	200 мкА	1
		300.000 Ом	100.000 Ом	390.000 Ом	380.000 Ом	50 мкА	200 мкА	2
0.40001 кОм до 4.00000 кОм	1 кОм	0.60000 кОм	0.41000 кОм	0.75000 кОм	0.45000 кОм	50 мкА	200 мкА	1
		3.00000 кОм	1.00000 кОм	3.90000 кОм	3.80000 кОм	50 мкА	200 мкА	2
4.0001 кОм до 40.0000 кОм	10 кОм	6.0000 кОм	4.1000 кОм	7.5000 кОм	4.5000 кОм	5.0 мкА	20 мкА	1
		30.0000 кОм	10.0000 кОм	39.0000 кОм	38.0000 кОм	5.0 мкА	20 мкА	2
40.001 кОм до 400.000 кОм	100 кОм	60.000 кОм	41.000 кОм	75.000 кОм	45.000 кОм	500 нА	2.0 мкА	1
		300.000 кОм	100.000 кОм	390.000 кОм	380.000 кОм	500 нА	2.0 мкА	2
0.40000 МОм до 4.00000 МОм	1 МОм	0.60000 МОм	0.41000 МОм	0.75000 МОм	0.45000 МОм	50 нА	200 нА	1 <sup>[2]</sup>
		3.00000 МОм	1.00000 МОм	3.90000 МОм	3.80000 МОм	50 нА	200 нА	2 <sup>[2]</sup>
4.0001 МОм до 40.0000 МОм	10 МОм	6.0000 МОм	4.1000 МОм	7.5000 МОм	4.5000 МОм	5.0 нА	20 нА	1 <sup>[2]</sup>
		30.0000 МОм	10.0000 МОм	39.0000 МОм	38.0000 МОм	5.0 нА	20 нА	2 <sup>[2]</sup>
40.001 МОм до 400.000 МОм	100 МОм	60.000 МОм	41.000 МОм	75.000 МОм	45.000 МОм	5.0 нА	20 нА	1 <sup>[2]</sup>
		300.000 МОм	100.000 МОм	390.000 МОм	380.000 МОм	5.0 нА	20 нА	2 <sup>[2]</sup>

#### Замечания:

[2] Калибровка источников тока этих аппаратных конфигураций UUTi Low может быть опущена, если образцовый DMM не имеет подходящего диапазона, поскольку они автоматически калибруются внутренними преобразователями при калибровке аппаратных конфигураций источника тока UUTi High до точности большей, чем это доступно большинству DMM. (Когда калибруется аппаратная конфигурация источника тока 4 МОм UUTi High, аппаратная конфигурация источника тока 4 МОм UUTi Low калибруется автоматически. Когда калибруется аппаратная конфигурация источника тока 40 МОм UUTi High, аппаратные конфигурации источника тока 40 МОм и 400 МОм автоматически калибруются).

Если эти аппаратные конфигурации источника тока UUTi Low калибруются относительно внешнего эталона, как указано в таблице выше, калибровочные операции должны быть выполнены после того, как калибруются аппаратные конфигурации источника тока UUTi High. В противном случае полученные поправочные коэффициенты калибровки будут переписаны при калибровке UUTi High.

---

## Калибровочная процедура

1. Выберите требуемую аппаратную конфигурацию, устанавливая значение выхода калибратора 9100 в соответствующую величину, которую использует аппаратная конфигурация.
2. Установите образцовый цифровой мультиметр на соответствующий измерительный диапазон.
3. Нажмите экранную кнопку калибратора 9100 **TARGET** для перехода к экрану выбора цели аппаратной конфигурации.
4. Используйте (а) или (б):
  - a. Чтобы выбрать значения целевых калибровочных точек, использованных во время *предыдущей калибровки* (обозначенных как **SAVED CALIBRATION TARGETS (СОХРАНЕННЫЕ КАЛИБРОВОЧНЫЕ ЦЕЛИ)**), нажмите экранную кнопку **Factor**, соответствующую требуемой величине цели, чтобы перейти к экрану 'calibrate' для величины цели.
  - b. Чтобы выбрать значения целевых калибровочных точек, используемых *по умолчанию* для данной аппаратной конфигурации, нажмите экранную кнопку **DEFLT** и затем нажмите экранную кнопку **Factor**, соответствующую требуемой величине цели, чтобы перейти к экрану 'calibrate' для величины цели.
5. Для изменения амплитуды целевой калибровочной точки, нажмите клавишу **TAB** , чтобы позиционировать курсор на значении амплитуды калибровочной точки. Затем используйте любой режим редактирования калибратора 9100 для изменения этой величины. (Обратите внимание, что новая величина должна находиться внутри минимальных и максимальных пределов, указанных в таблице).
6. Нажмите экранную кнопку **TRANSFR** для ввода целевой калибровочной точки в выходной дисплей управления калибратора 9100.
7. Нажмите клавишу **ON** для включения выхода калибратора 9100.
8. Нажмите клавишу табуляции **TAB**  чтобы вернуть курсор к выходной амплитуде на дисплее 9100, и увеличивайте или уменьшайте это значение, используя управление курсором и/или ручкой до тех пор, пока показание на образцовом цифровом мультиметре, который соединен с выходными клеммами лицевой панели 9100 не станет таким же, как отображенное целевое значение. (**Примечание:** учтите время установления, требуемое для внешнего измерительного прибора).
9. Если Вы удовлетворены результатом, нажмите клавишу **CALIB** для определения и применения к калибратору 9100 поправочного коэффициента, гарантирующего, что его отображаемое выходное значение и фактическое значение выхода совпадают. Экран возвратится в режим калибровки **CAL** и измеренное значение теперь должно быть равно отображенному выходному значению.
10. Нажмите клавишу **OFF** для отключения выхода калибратора 9100.
11. Повторите пункты со (2) по (10) для каждой целевой величины, приведенной на экране выбора цели.
12. Повторите пункты с (1) по (11) для каждой аппаратной конфигурации, приведенной в таблице (также смотрите замечание, приведенное ниже).

**Замечание:** Если дополнительно к функции сопротивления калибруются другие функции, то обратитесь к *Таблице 10.4.2.1 на странице 10.4-5* для информации о последовательности калибровок.

---

#### 10.4.7.9 Процедуры поверки

Полная поверка доступна в сервис центре компании Wavetek и это - лучший метод.

Пользователь может применить следующие процедурные правила для получения высокого доверительного уровня функционирования 9100 в пределах его спецификации. Требуются ли приемочные испытания или испытания поверки, процедура одна и та же. Исходные точки поверки - это точки калибровки. Они - обычно множители трех. Пользователь может использовать множитель 1.9; это обычно дает слегка лучшую неопределенность, обусловленную лучшими спецификациями мультиметра 1281.

Выбранные точки должны быть измерены с использованием приборов Wavetek 1281, 1271 или 4950. Цифровой мультиметр 1281 (или 1271 в пределах 24 часов после самокалибровки) обычно более предпочтителен по своим возможностям и скорости. При необходимости поверки 10 А диапазона, рекомендуется использовать шунт Wavetek 4953.

Спецификации, которые определяют приемлемые характеристики при  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  для вспомогательных функций - те, которые опубликованы в руководстве. Для целей поверки, ошибки 1281 или 1271 компенсируются тем, что спецификации руководства приведены для температурного диапазона пять градусов. Запас  $3^{\circ}$  позволяет учитывать эти ошибки 1281.

## 10.4.8 Калибровка функции емкости

### 10.4.8.1 Введение

Данный раздел описывает правила калибровки функции емкости калибратора 9100, при использовании средств управления лицевой панели. Рассмотрены следующие темы:

- 10.4.8.2 Требуемое калибровочное оборудование
- 10.4.8.3 Межсоединения
- 10.4.8.4 Калибровочные настройки
- 10.4.8.5 Калибровка аппаратной конфигурации источника тока 'UUTi Low'
- 10.4.8.6 Калибровочная процедура для аппаратной конфигурации источника тока 'UUTi Low'
- 10.4.8.7 Калибровка аппаратной конфигурации источника тока 'UUTi Super'
- 10.4.8.8 Калибровочная процедура для аппаратной конфигурации источника тока 'UUTi Super'

### Действительно ли необходима внешняя пользовательская калибровка?

Необходимо отметить, что все аппаратные конфигурации, связанные с функцией емкости калибратора 9100, автоматически калибруются всякий раз при калибровке функции сопротивления. Если обе функции, емкости и сопротивления отдельно калибруются относительно внешних эталонов, функция емкости должна калиброваться после функции сопротивления, чтобы предотвратить перезапись поправочных калибровочных коэффициентов функции емкости.

Обусловленное стоимостью поддержания соответствующего набора эталонных конденсаторов, (2 на диапазон емкости калибратора 9100), практически нереально использовать эту методику для значений выше 400 мкФ. Специально разработанное оборудование используется при изготовлении для калибровки 9100 перед отгрузкой.

### 10.4.8.2 Требуемое калибровочное оборудование

Требуется набор прослеживаемых, калиброванных эталонных конденсаторов с величинами между минимальными и максимальными калибровочными целями, определенными в *Таблице 10.4.8.1*, и 3-1/2 разрядный (или лучше) измеритель емкости (например, Wavetek DM97 цифровой мультиметр для источника тока UUTi Low, и Wavetek DM28 цифровой мультиметр для источника тока UUTi Super), который используется для проведения сравнительных измерений между этими эталонными конденсаторами и 9100.

### 10.4.8.3 Межсоединения

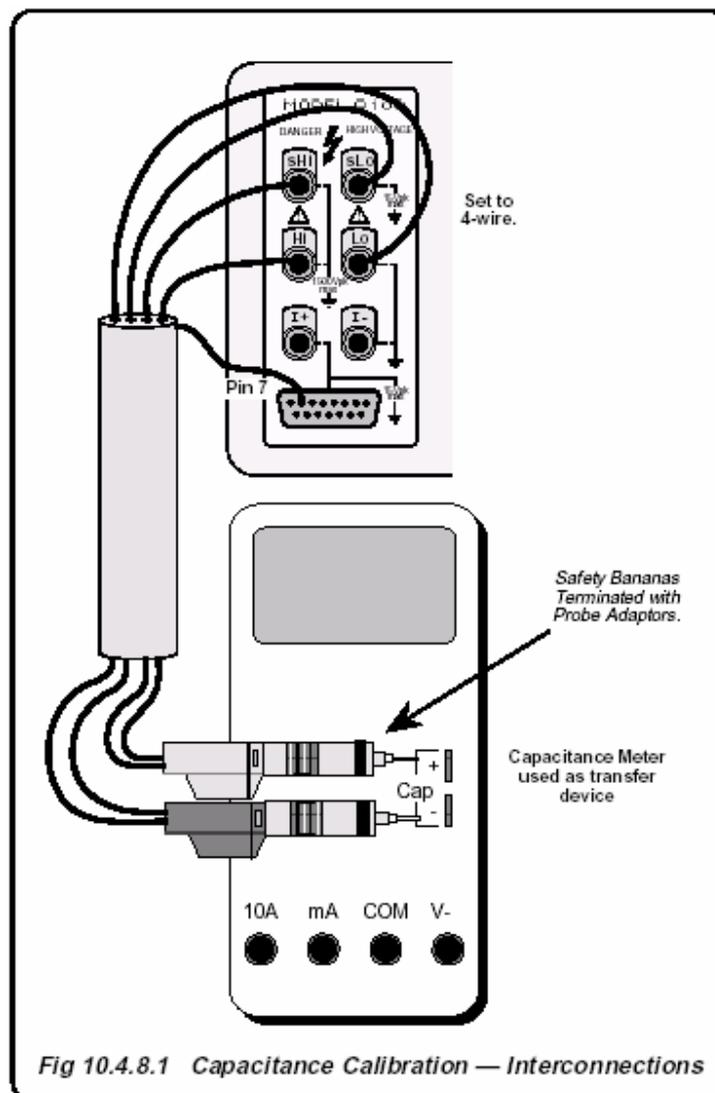


Рис. 10.4.8.1 Калибровка емкости — межсоединения

#### 10.4.8.4 Калибровочные настройки

- 1. Соединения** Убедитесь, что калибратор 9100 соединен с измерителем емкости как показано на Рис. 10.4.8.1, и оба прибора включены и прогреты.
- 2. 9100** Убедитесь, что калибратор 9100 находится в режиме стандартной калибровки STANDARD CAL и затем выберите функцию емкости, нажимая кнопку 'Aux' справа на лицевой панели с последующим нажатием экранной кнопки .

#### 10.4.8.5 Калибровка аппаратных конфигураций источника тока 'UUTi Low'

Для калибровки аппаратных конфигураций источника тока 'UUTi Low' используйте Таблицу 10.4.8.1.

Таблица 10.4.8.1: Аппаратные конфигурации функции емкости UUTi Low и калибровочные точки

Выходной диапазон, покрываемый аппаратной конфигурацией	Соответствующее выходное значение для выбора аппаратной конфигурации	Значения калибровочных точек (цели)			Номер коэффициента
		Рекомендуемые	Минимальные	Максимальные	
0.5000 нФ до 4.00000 нФ	1 нФ	0.60000 нФ	0.52000 нФ	0.80000 нФ	1
		3.00000 нФ	2.50000 нФ	3.90000 нФ	2
4.0001 нФ до 40.0000 нФ	10 нФ	6.0000 нФ	4.1000 нФ	8.0000 нФ	1
		30.0000 нФ	25.0000 нФ	39.0000 нФ	2
40.001 нФ до 400.000 нФ	100 нФ	60.000 нФ	41.000 нФ	80.000 нФ	1
		300.000 нФ	250.000 нФ	390.000 нФ	2
0.40001 мкФ до 4.00000 мкФ	1 мкФ	0.60000 мкФ	0.41000 мкФ	0.80000 мкФ	1
		3.00000 мкФ	2.50000 мкФ	3.90000 мкФ	2
4.0001 мкФ до 40.0000 мкФ	10 мкФ	6.0000 мкФ	4.1000 мкФ	8.0000 мкФ	1
		30.0000 мкФ	25.0000 мкФ	39.0000 мкФ	2
40.001 мкФ до 400.000 мкФ	100 мкФ	60.000 мкФ	41.000 мкФ	80.000 мкФ	1
		300.000 мкФ	250.000 мкФ	390.000 мкФ	2
0.40001 мФ до 4.00000 мФ	1 мФ	0.60000 мФ	0.41000 мФ	0.80000 мФ	1
		3.00000 мФ	2.50000 мФ	3.90000 мФ	2
4.0001 мФ до 40.0000 мФ	10 мФ	6.0000 мФ	4.1000 мФ	8.0000 мФ	1
		30.0000 мФ	25.0000 мФ	39.0000 мФ	2

---

#### 10.4.8.6 Аппаратные конфигурации источника тока 'UUTi Low' — процедура калибровки

1. Выберите требуемую аппаратную конфигурацию, устанавливая значение выхода калибратора 9100 на соответствующее значение, которое использует аппаратная конфигурация.  
Выберите источник тока 'UUTi Low' (*обратитесь к Руководству пользователя универсальной калибровочной системы модели 9100, Том 1, Раздел 4, страницы 4.13-11*).
2. Установите измеритель емкости на соответствующий измерительный диапазон.
3. Нажмите экранную кнопку калибратора 9100 **TARGET** для перехода к экрану выбора цели аппаратной конфигурации.
4. Нажмите экранную кнопку **Factor**, соответствующую величине требуемой цели, чтобы перейти к калибровочному экрану для этой величины.
5. Если показанная величина цели не соответствует величине эталонной емкости для данной калибровочной точки, нажмите клавишу **TAB** , чтобы позиционировать курсор на значении амплитуды калибровочной точки и используйте любой режим редактирования калибратора 9100 для изменения этой величины до величины эталонного конденсатора. (Обратите внимание, что новая величина должна находиться внутри минимальных и максимальных пределов, указанных в таблице).
6. Нажмите функциональную кнопку **TRANSFR** для ввода целевой калибровочной точки в выходной дисплей управления калибратора 9100.
7. Подсоедините измеритель емкости к эталонной емкости и проведите измерение (Примечание: учтите время установления показаний, требуемое для измерителя емкости).
8. Подсоедините измеритель емкости к калибратору 9100.
9. Нажмите клавишу **ON** для включения выхода калибратора 9100.
10. Убедитесь, что курсор находится на показаниях выходной амплитуды (при необходимости нажмите **TAB** ) и увеличивайте или уменьшайте это значение, используя управления курсором и/или ручкой до тех пор, пока показание на измерителя емкости не будет равно величине, полученной ранее в пункте (7). (**Примечание:** учтите время установления показаний, требуемое для измерителя емкости)
11. Если Вы удовлетворены результатом, нажмите клавишу **CALIB** для определения и применения к калибратору 9100 поправочного коэффициента.
12. Нажмите клавишу **OFF** для отключения выхода калибратора 9100.
13. Повторите пункты со (2) по (12) для каждой величины цели, показанной на экране выбора цели.
14. Повторите пункты с (1) по (13) для каждой аппаратной конфигурации, приведенной в таблице (также смотрите замечание, приведенное ниже).

**Замечание:** Если дополнительно к функции емкости калибруются другие функции, то обратитесь к *Таблице 10.4.2.1 на странице 10.4-5* для информации о последовательности калибровок.

---

#### 10.4.8.7 Калибровка аппаратных конфигураций источника тока 'UUTi Super'

Для калибровки аппаратных конфигураций источника тока 'UUTi Super' используйте Таблицу 10.4.8.2.

Таблица 10.4.8.2: Аппаратные конфигурации функции емкости UUTi Super и калибровочные точки

Выходной диапазон, перекрываемый аппаратной конфигурацией	Соответствующее выходное значение для выбора аппаратной конфигурации	Значения калибровочных точек (цели)			Номер коэф.
		Рекомендуемые	Минимальные	Максимальные	
40.001 мкФ to 400.000 мкФ	100 мкФ	60.000 мкФ	41.000 мкФ	80.000 мкФ	1
		190.000 мкФ	250.000 мкФ	390.000 мкФ	2
0.40001 мФ to 4.00000 мФ	1 мФ	0.60000 мФ	0.41000 мФ	0.80000 мФ	1
		1.90000 мФ	2.50000 мФ	3.90000 мФ	2
4.0001 мФ to 40.0000 мФ	10 мФ	6.0000 мФ	4.1000 мФ	8.0000 мФ	1
		19.0000 мФ	25.0000 мФ	39.0000 мФ	2

---

#### 10.4.8.8 Аппаратные конфигурации источника тока 'UUTi Super' — процедура калибровки

1. Выберите требуемую аппаратную конфигурацию, устанавливая значение выхода калибратора 9100 на соответствующее значение, которое использует аппаратная конфигурация. Выберите источник тока 'UUTi Super' (*обратитесь к Руководству пользователя универсальной калибровочной системы модели 9100, Том 1, Раздел 4, страница 4.13-11*).
2. Установите измеритель емкости на соответствующий измерительный диапазон.
3. Нажмите экранную кнопку калибратора 9100 **TARGET** для перехода к экрану выбора цели аппаратной конфигурации.
4. Нажмите экранную кнопку **Factor**, соответствующую величине требуемой цели, чтобы перейти к экрану калибровки для величины цели.
5. Если показанная величина цели не соответствует величине Вашей эталонной емкости для данной калибровочной точки, нажмите клавишу **TAB** , чтобы позиционировать курсор на значении амплитуды калибровочной точки и используйте любой режим редактирования калибратора 9100 для изменения этой величины до величины эталонного конденсатора. (Обратите внимание, что новая величина должна находиться внутри минимальных и максимальных пределов, указанных в таблице).
6. Нажмите функциональную кнопку **TRANSFR** для ввода амплитуды и частоты целевой калибровочной точки в выходной дисплей управления калибратора 9100.
7. Подсоедините измеритель емкости к эталонной емкости и проведите измерение (Примечание: учтите время установления показаний, требуемое для измерителя емкости)
8. Подсоедините измеритель емкости к калибратору 9100.
9. Нажмите клавишу **ON** для включения выхода калибратора 9100.
10. Убедитесь, что курсор находится на показаниях выходной амплитуды (при необходимости нажмите **TAB** ) и увеличивайте или уменьшайте это значение, используя управления курсором и/или ручкой до тех пор, пока показание измерителя емкости не будет равно величине, полученной ранее в пункте (7). (**Примечание:** учтите время установления показаний, требуемое для измерителя емкости)
11. Если Вы удовлетворены результатом, нажмите клавишу **CALIB** для определения и применения к калибратору 9100 поправочного коэффициента.
12. Нажмите клавишу **OFF** для отключения выхода калибратора 9100..
13. Повторите пункты со (2) по (12) для каждой величины цели, показанной на экране выбора цели.
14. Повторите пункты с (1) по (13) для каждой аппаратной конфигурации, приведенной в таблице (также смотрите замечание, приведенное ниже).

**Замечание:** Если дополнительно к функции емкости калибруются другие функции, то обратитесь к *Таблице 10.4.2.1 на странице 10.4-5* для информации о последовательности калибровок.

---

## **10.4.9 Калибровка функции сопротивления изоляции**

### **10.4.9.1 Введение**

Данный подраздел - руководство к калибровке функции сопротивления изоляции калибратора 9100 (часть Опции 135) при использовании средств управления лицевой панели.

Из-за высоких напряжений и высоких требуемых значений сопротивления, нет практической возможности калибровать Опцию 135 функции сопротивления изоляции с использованием стандартного измерителя сопротивления. При производстве, для калибровки этой функции при отгрузке используется специальное оборудование.

Следующие темы рассматриваются в данном подразделе:

- 10.4.9.2 Требуемое калибровочное оборудование
- 10.4.9.3 Межсоединения
- 10.4.9.4 Калибровочные настройки
- 10.4.9.5 Калибровочная процедура
- 10.4.9.6 Проверка показаний выходного напряжения

---

#### **10.4.9.2 Требуемое калибровочное оборудование**

- комплект прослеживаемо калиброванных эталонных резисторов для целевых величин между минимумом и максимумом, которые приведены в следующей таблице и способны выдерживать как минимум постоянное напряжение 1000 В в течение длительного периода.
- цифровой (3 1/2 разряда) измеритель сопротивления изоляции (например, Yokogawa 2426). Он используется для проведения сравнительных измерений, между эталонными резисторами и калибратором 9100.

### 10.4.9.3 Межсоединения

Подключите клемму положительного выхода измерителя изоляции к клемме Hi калибратора 9100 и клемму отрицательного выхода измерителя изоляции к клемме Lo калибратора 9100 как показано на *Рис. 10.4.9.1* ниже.

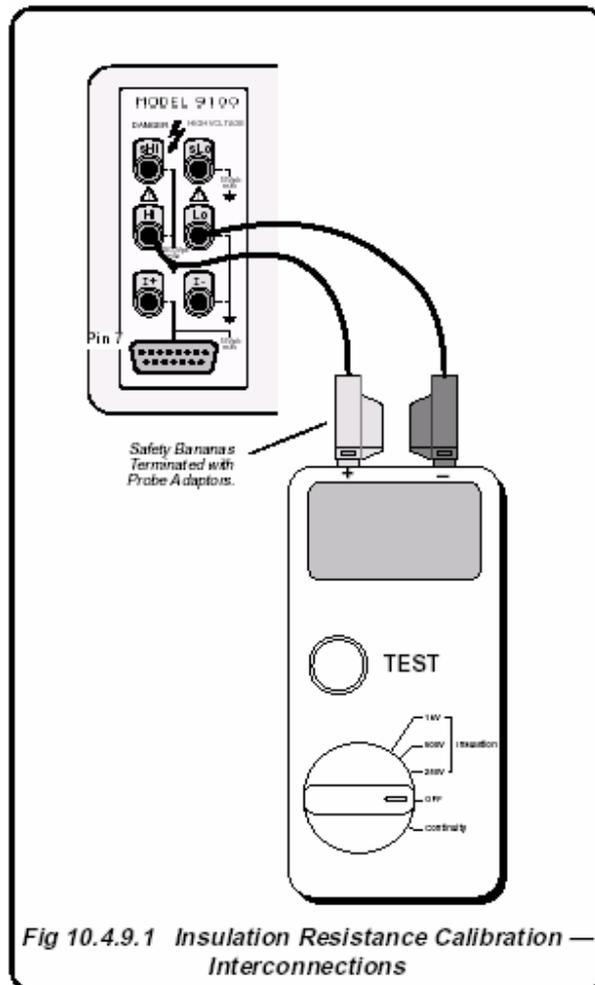


Рис 10.4.9.1 Калибровка функции сопротивления изоляции — межсоединения

#### 10.4.9.4 Настройка калибровки

##### 1. Соединения

Убедитесь, что 9100 соединен с тестером изоляции как показано на *Рис. 10.4.9.1* и что оба прибора включены и прогреты.

##### 2. 9100

Убедитесь, что калибратор 9100 находится в режиме калибровки STANDARD CAL и затем выберите функцию сопротивления изоляции (Insulation Resistance), нажимая кнопку **AUX** справа на лицевой панели и далее нажимая функциональную кнопку



Таблица 10.4.9.1: Аппаратные конфигурации функции сопротивления изоляции и калибровочные точки

Выходной диапазон, перекрываемый аппаратной конфигурацией		Соответствующее выходное значение для выбора аппаратной конфигурации	Рекоменд.	Миним.	Макс.	Номер коэф.
100.0 кОм	299.9 кОм	200.0 кОм	110.0 кОм	100.0 кОм	120.0 кОм	1
			270.0 кОм	240.0 кОм	299.9 кОм	2
300.0 кОм	2.999 МОм	2.000 МОм	330.0 кОм	300.0 кОм	360.0 кОм	1
			1.000 МОм	0.900 МОм	1.100 МОм	2
3.000 МОм	29.99 МОм	20.00 МОм	3.300 МОм	3.000 МОм	3.600 МОм	1
			10.00 МОм	9.000 МОм	11.00 МОм	2
30.00 МОм	299.9 МОм	200.0 МОм	33.00 МОм	30.00 МОм	36.00 МОм	1
			100.0 МОм	90.00 МОм	110.0 МОм	2
300.0 МОм	2.000 ГОм	0.600 ГОм	660.0 МОм	600.0 МОм	720.0 МОм	1
			1.800 ГОм	1.600 ГОм	2.000 ГОм	2

#### 10.4.9.6 Процедура калибровки

1. Выберите требуемую аппаратную конфигурацию, устанавливая значение выхода калибратора 9100 на соответствующее значение, которое использует аппаратная конфигурация.
2. Установите прибор для измерения сопротивления изоляции на соответствующий измерительный диапазон (заметьте, что диапазон «1000 В» будет обеспечивать наилучшую погрешность при калибровке калибратора 9100).
3. Нажмите функциональную клавишу **TARGET** калибратора 9100 для перехода к экрану выбора цели аппаратных конфигураций.
4. Нажмите экранную кнопку **Factor**, соответствующую величине требуемой цели, чтобы перейти к калибровочному экрану для этой величины.
5. Если показанная величина цели не соответствует величине эталонного резистора для данной калибровочной точки, нажмите клавишу **TAB** , чтобы позиционировать курсор на значении калибровочной точки и отредактируйте величину до величины эталонного резистора.
6. Нажмите функциональную кнопку **TRANSFR** для ввода целевой калибровочной точки в выходной дисплей управления калибратора 9100.
7. Подсоедините измеритель сопротивления изоляции к эталонному резистору, нажмите кнопку **TEST** и запишите показание (учтите время установления показаний, требуемое для измерителя сопротивления изоляции).
8. Отпустите кнопку **TEST** и подсоедините измеритель сопротивления изоляции к калибратору 9100.
9. Нажмите кнопку **ON** для включения выхода калибратора 9100. Нажмите кнопку **TEST** и запишите показание измерителя сопротивления изоляции.
10. Регулируйте выходную амплитуду калибратора 9100 до тех пор, пока показания измерителя сопротивления изоляции не станут равными тем, которые получены в пункте (7) (учтите время установления показаний, требуемое для измерителя сопротивления изоляции).
11. Если Вы удовлетворены результатом, нажмите клавишу **CALIB** для определения и применения к калибратору 9100 поправочного коэффициента.
12. Нажмите клавишу **OFF** для отключения выхода калибратора 9100.
13. Повторите пункты со (2) по (12) для каждой величины цели, показанной на экране выбора цели.
14. Повторите пункты с (1) по (13) для каждой аппаратной конфигурации, приведенной в таблице.

#### 10.4.9.6 Поверка показаний выходного напряжения

Невозможно скорректировать коэффициенты, которые масштабируют показания выходного напряжения калибратора 9100 в режиме сопротивления изоляции (Insulation Resistance). Однако, подходящий метод проверки следующий:

1. Соедините измеритель сопротивления изоляции с клеммами HI и LO калибратора 9100 как показано на *Рис. 10.4.9.1*.
2. Установите калибратор 9100 в ручной (MANUAL) режим и выберите функцию сопротивления изоляции.
3. Соедините 1271 (или эквивалентный цифровой мультиметр с длинной шкалой) с клеммами HI и LO калибратора 9100, переключите вход мультиметра 1271 на диапазон 1000 В постоянного напряжения (т.е. 1271 включен параллельно выходным клеммам калибратора 9100).
4. Установите выходной импеданс калибратора 9100 на 1.000 МОм.
5. Выберите на измерителе сопротивления изоляции тестовый диапазон 500 В.
6. Включите выход калибратора 9100 (ON).
7. Нажмите кнопку **TEST** измерителя сопротивления изоляции.
8. Заметьте выходное напряжение, которое показано на экране калибратора 9100 и напряжение, которое показывает мультиметр 1271 и убедитесь, что калибратор 9100 показывает напряжение в пределах его спецификации погрешности  $\pm(0.6\% + 1.5 \text{ В})$ .
9. Измеритель сопротивления изоляции будет показывать импеданс приблизительно 0.91 МОм - это потому, что входной импеданс 10 МОм мультиметра 1271 соединен параллельно установленному импедансу 1 МОм калибратора 9100.
10. Отпустите кнопку **TEST** измерителя сопротивления изоляции.
11. Отключите выход калибратора 9100 (OFF).

---

## **10.4.10 Калибровка функции сопротивления короткого замыкания**

### **10.4.10.1 Введение**

Данный подраздел - руководство к калибровке функции сопротивления короткого замыкания калибратора 9100 (часть Опции 135) при использовании средств управления лицевой панели.

Следующие темы рассматриваются в данном подразделе:

- 10.4.10.2 Требуемое калибровочное оборудование
- 10.4.10.3 Межсоединения
- 10.4.10.4 Калибровочные настройки
- 10.4.10.5 Калибровочная процедура
- 10.4.10.6 Поверка показаний выходного тока

---

#### **10.4.10.2 Требуемое калибровочное оборудование**

- комплект прослеживаемо калиброванных эталонных резисторов для целевых величин между минимумом и максимумом, которые приведены в следующей таблице и способны выдерживать как минимум постоянный ток 350 мА.
- цифровой (3 1/2 разряда) измеритель сопротивления короткого замыкания (например, Yokogawa 2426). Он используется для проведения сравнительных измерений, между эталонными резисторами и калибратором 9100.

### 10.4.10.3 Межсоединения

Подключите клемму положительного выхода измерителя сопротивления короткого замыкания к клемме Hi калибратора 9100 и клемму отрицательного выхода измерителя изоляции к клемме Lo калибратора 9100 как показано на *Рис. 10.4.9.1* ниже.

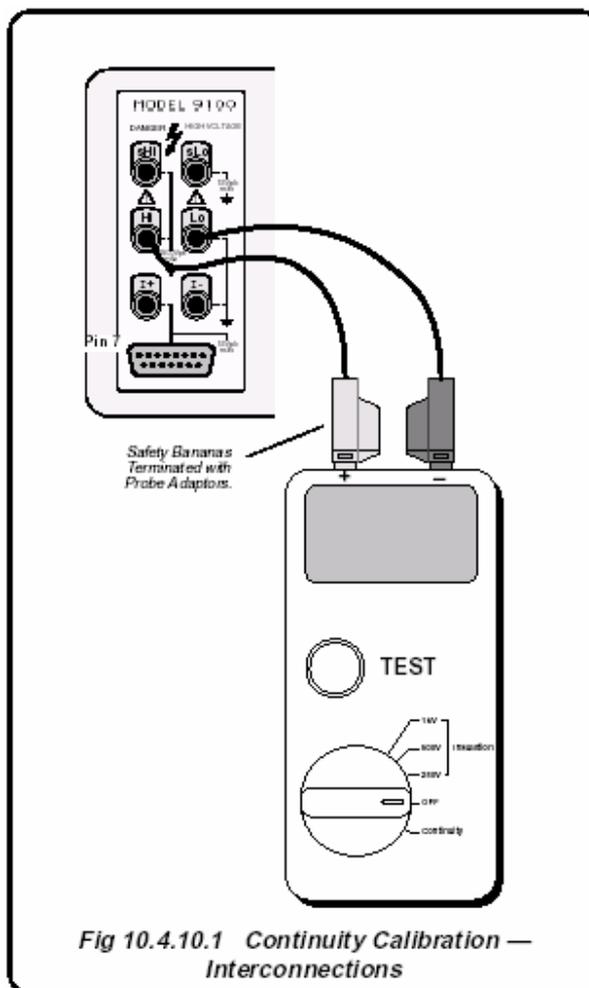


Рис. 10.4.10.1 Калибровка функции сопротивления короткого замыкания — межсоединения

---

#### 10.4.9.4 Калибровочные настройки

- 1. Соединения** Убедитесь, что калибратор 9100 соединен с измерителем сопротивления короткого замыкания, как показано на *Рис. 10.4.10.1* и оба прибора включены и прогреты.
- 2. 9100** Убедитесь, что калибратор 9100 находится в режиме калибровки STANDARD CAL и затем выберите функцию сопротивления короткого замыкания (Continuity), нажав кнопку  **AUX** справа на лицевой панели и, далее, функциональную кнопку .

**Таблица 10.4.9.2: Аппаратные конфигурации функции сопротивления короткого замыкания и калибровочные точки**

Выходной диапазон, перекрываемый аппаратной конфигурацией		Соответствующее выходное значение для выбора аппаратной конфигурации	Рекоменд.	Миним.	Макс.	Номер коэф.
00.0000 Ом	40.0000 Ом	10 Ом	1.00 Ом	0.01 Ом	7.50 Ом	1
			30.00 Ом	10.00 Ом	39.0 Ом	2
40.001 Ом	400.000 Ом	100 Ом	60.00 Ом	41.00 Ом	75.00 Ом	1
			300.0 Ом	100.0 Ом	390 Ом	2
0.40001 кОм	4.00000 кОм	1 кОм	600.0 Ом	410.0 Ом	750.0 Ом	1
			3.000 кОм	1.000 кОм	3.900 кОм	2

### 10.4.10.3 Процедура калибровки

1. Выберите требуемую аппаратную конфигурацию, устанавливая значение выхода калибратора 9100 на соответствующее значение, которое использует аппаратная конфигурация.
2. Установите прибор измерения сопротивления короткого замыкания на соответствующий измерительный диапазон.
3. Нажмите функциональную клавишу **TARGET** калибратора 9100, чтобы увидеть экрану выбора цели аппаратных конфигураций.
4. Нажмите экранную кнопку **Factor**, соответствующую величине требуемой цели, чтобы перейти к калибровочному экрану для этой величины.
5. Если показанная величина цели не соответствует величине эталонного резистора для данной калибровочной точки, нажмите клавишу **TAB** , чтобы позиционировать курсор на значении калибровочной точки и отредактируйте величину до величины эталонного резистора.
6. Нажмите функциональную кнопку **TRANSFR** для ввода целевой калибровочной точки в выходной дисплей управления калибратора 9100.
7. Подсоедините измеритель сопротивления короткого замыкания к эталонному резистору, нажмите кнопку **TEST** и запишите показание (учтите время установления показаний, требуемое для измерителя сопротивления изоляции).
8. Отпустите кнопку **TEST** и подсоедините измеритель сопротивления короткого замыкания к калибратору 9100, используя тот же набор измерительных проводов.
9. Нажмите кнопку **ON** для включения выхода калибратора 9100. Нажмите кнопку **TEST** и запишите показание измерителя сопротивления короткого замыкания.
10. Регулируйте выходную амплитуду калибратора 9100 до тех пор, пока показания измерителя сопротивления короткого замыкания не станут равными тем, которые получены в пункте (7)
11. Если Вы удовлетворены результатом, нажмите клавишу **CALIB** для определения и применения к калибратору 9100 поправочного коэффициента.
12. Нажмите клавишу **OFF** для отключения выхода калибратора 9100.
13. Повторите пункты со (2) по (12) для каждой величины цели, показанной на экране выбора цели.
14. Повторите пункты с (1) по (13) для каждой аппаратной конфигурации, приведенной в таблице.

---

#### 10.4.10.4 Поверка показаний выходного тока

1. Включите 1271/1281 или аналогичный измеритель с длинной шкалой между калибратором 9100 и измерителем сопротивления короткого замыкания.
2. Выберите диапазон 1 А на мультиметре 1271.
3. Установите выход калибратора 9100 на ноль Ом.
4. Включите выход калибратора 9100 (**ON**)
5. Нажмите кнопку TEST на измерителе сопротивления короткого замыкания и подтвердите, что показания величины тока на дисплее калибратора 9100 находятся в пределах 1.5% от тока образцового измерителя.

---

## 10.5 Дистанционная калибровка калибратора 9100 через интерфейс IEEE 488

### 10.5.1 Система 4950 MTS

Система модели 4950 – это отдельный, программируемый эталон передачи единиц, позволяющий выполнять прослеживаемую высокоточную калибровку последнего поколения высококачественных многофункциональных калибраторов. Он используется для передачи прослеживаемой точности от лабораторных эталонов удаленным многофункциональным калибраторам и имеет следующие особенности:

- **Широкое применение** – поддерживает все калибраторы компании Wavetek и калибраторы других производителей.
  - **Передача прослеживаемости** – передает прослеживаемую точность прямо на выходные клеммы калибратора для всех функций и диапазонов.
  - **Полная автоматизация** – полностью автоматизированный калибровочный процесс и обеспечение данными для статистического процесса управления для определения интервалов сертификации.
- Работает в среде промышленного стандарта PC.
- **Портативность** – предназначен и разработан для интенсивного перемещения.
  - **Рентабельный** – обеспечивает калибровку на рабочем месте, резко сокращая простои калибратора.
  - **Высокие уровни достоверности** – использует замкнутый калибровочный процесс.

Калибровочные процедуры для калибратора 9100 включены в программное обеспечение поддержки 4950 (Support Software). Для подробностей относительно модели 4950, обратитесь в Ваш ближайший центр продажи и обслуживания.

