

1560

Back Stack Thermometer Readout

Руководство пользователя

ОГРАНИЧЕННАЯ ГАРАНТИЯ И ОГРАНИЧЕНИЕ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

Для каждого продукта Fluke гарантируется отсутствие дефектов материалов и изготовления при нормальном использовании и обслуживании. Срок гарантии два года, начиная с даты поставки. На запчасти, ремонт оборудования и услуги предоставляется гарантия 90 дней. Эта гарантия действует только для первоначального покупателя или конечного пользователя, являющегося клиентом авторизованного реселлера Fluke, и не распространяется на предохранители, одноразовые батареи и на любые продукты, которые, по мнению Fluke, неправильно или небрежно использовались, были изменены, загрязнены или повреждены вследствие несчастного случая или ненормальных условий работы или обработки. Fluke гарантирует, что программное обеспечение будет работать в соответствии с его функциональными характеристиками в течение 90 дней, и что оно правильно записано на исправных носителях. Fluke не гарантирует, что программное обеспечение будет работать безошибочно и без остановок.

Авторизованные реселлеры Fluke расширят действие этой гарантии на новые и неиспользованные продукты только для конечных пользователей, но они не уполномочены расширять условия гарантии или вводить новые гарантийные обязательства от имени Fluke. Гарантийная поддержка предоставляется, только если продукт приобретен на авторизованной торговой точке Fluke, или покупатель заплатил соответствующую международную цену. Fluke оставляет за собой право выставить покупателю счет за расходы на ввоз запасных/сменных частей, когда продукт, приобретенный в одной стране, передается в ремонт в другой стране.

Гарантийные обязательства Fluke ограничены по усмотрению Fluke выплатой покупной цены, бесплатным ремонтом или заменой неисправного продукта, который возвращается в авторизованный сервисный центр Fluke в течение гарантийного периода.

Для получения гарантийного сервисного обслуживания обратитесь в ближайший авторизованный сервисный центр Fluke за информацией о праве на возврат, затем отправьте продукт в этот сервисный центр с описанием проблемы, оплатив почтовые расходы и страховку (ФОб пункт назначения). Fluke не несет ответственности за повреждения при перевозке. После осуществления гарантийного ремонта продукт будет возвращен покупателю с оплаченной перевозкой (ФОб пункт назначения). Если Fluke определяет, что неисправность вызвана небрежностью, неправильным использованием, загрязнением, изменением, несчастным случаем или ненормальными условиями работы и обработки, включая электрическое перенапряжение из-за несоблюдения указанных допустимых значений, или обычным износом механических компонентов, Fluke определит стоимость ремонта и начнет работу после получения разрешения. После ремонта продукт будет возвращен покупателю с оплаченной перевозкой, и покупателю будет выставлен счет за ремонт и транспортные расходы при возврате (ФОб пункт отгрузки).

ЭТА ГАРАНТИЯ ЯВЛЯЕТСЯ ЕДИНСТВЕННОЙ И ИСКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ И ЗАМЕНЯЕТ ВСЕ ОСТАЛЬНЫЕ ГАРАНТИИ, ПРЯМЫЕ ИЛИ СВЯЗАННЫЕ, ВКЛЮЧАЯ, ПОМИМО ПРОЧЕГО, СВЯЗАННЫЕ ГАРАНТИИ ГОДНОСТИ ДЛЯ ПРОДАЖИ ИЛИ ГОДНОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕННОЙ ЦЕЛИ. FLUKE НЕ НЕСЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА СПЕЦИАЛЬНЫЕ, СЛУЧАЙНЫЕ ИЛИ КОСВЕННЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ИЛИ УЩЕРБ, ВКЛЮЧАЯ ПОТЕРЮ ДАННЫХ, ЯВЛЯЮЩИЕСЯ РЕЗУЛЬТАТОМ КАКИХ-ЛИБО ДЕЙСТВИЙ ИЛИ МЕТОДОВ.

Поскольку некоторые страны не допускают ограничения срока связанной гарантии или исключения и ограничения случайных или косвенных повреждений, ограничения этой гарантии могут относиться не ко всем покупателям. Если какое-либо положение этой гарантии признано судом или другим директивным органом надлежащей юрисдикции недействительным или не имеющим законной силы, такое признание не повлияет на действительность или законную силу других положений.

Fluke Corporation
P.O. Box 9090
Everett, WA 98206-9090
U.S.A.

Fluke Europe B.V.
P.O. Box 1186
5602 BD Eindhoven
The Netherlands

11/99

Для регистрации продукта зайдите на сайт <http://register.fluke.com>.

Содержание

Глава	Название	Страница
1	Перед запуском	1-1
1.1	Используемые символы.....	1-1
1.2	Меры безопасности.....	1-2
1.2.1	Предупреждения	1-2
1.2.2	Предостережения.....	1-3
1.3	Авторизованные сервисные центры	1-3
2	Введение	2-1
2.1	Характеристики	2-1
2.2	Комплекующие детали	2-4
2.2.1	Основной микропроцессор	2-4
2.2.1.1	Дисплей.....	2-4
2.2.1.2	Кнопки.....	2-8
2.2.1.3	Интерфейс последовательного порта RS-232	2-9
2.2.1.4	Питание.....	2-9
2.2.1.5	Шина модуля	2-9
2.2.2	Дополнительные модули.	2-9
2.3	Обработка информации	2-11
2.3.1	Получение данных	2-11
2.3.2	Контроль взятия пробы.....	2-11
2.3.3	Входной блок усреднения	2-11
2.3.4	Пересчет температуры	2-11
2.3.5	Пересчет единиц измерения	2-13
2.3.6	Экран основных результатов измерений	2-13
2.3.7	Окна графиков и окна прокрутки	2-13
2.3.8	Память	2-13
2.3.9	Вывод данных на печать	2-13
2.3.10	Статистика	2-14
2.3.11	Маршрут вывода данных.....	2-14
2.3.12	Поля данных дисплея.....	2-14
2.3.13	Каналы выхода данных	2-14

3	Технические характеристики и рабочие условия	3-1
3.1	Характеристики	3-1
3.2	Рабочие условия	3-1
4	Общие указания по эксплуатации	4-1
4.1	Установка новых модулей	4-1
4.2	Источник переменного тока	4-3
4.3	Включение самотестирования	4-3
4.4	Настройка контрастности дисплея	4-3
4.5	Проведение измерений	4-4
4.5.1	Выбор входных каналов	4-4
4.5.2	Выбор характеристик датчика	4-5
4.5.3	Измерение с одного канала	4-6
4.5.4	Сканирование каналов	4-7
4.5.5	Отображение результатов измерений	4-7
5	Функции программных клавиш	5-1
5.1	Меню «Input» (Вход)	5-1
5.1.1	Функция «Measure» (Измерение)	5-1
5.1.2	Функция «Главный канал»	5-3
5.1.3	Каналы сканирования	5-4
5.1.4	Функция «Режим сканирования»	5-4
5.1.5	Функция усреднения	5-5
5.2	Меню датчика	5-5
5.2.1	Функция «Изменить датчик»	5-6
5.2.1.1	Пересчет $R(\Omega)$	5-8
5.2.1.2	Пересчет ITS-90	5-8
5.2.1.3	Пересчет $W(T_{90})$	5-9
5.2.1.4	Пересчет IPTS-68	5-9
5.2.1.5	Пересчет Каллендара–Ван Дьюзена	5-9
5.2.1.6	Полиномиальный пересчет RTD (датчика температурного сопротивления)	5-10
5.2.1.7	Пересчет показаний терморезистора $T(R)$	5-11
5.2.1.8	Пересчет показаний терморезистора $R(T)$	5-11
5.2.1.9	Пересчет показаний термопары в вольты	5-12
5.2.1.10	Стандартный пересчет показаний термопар	5-12
5.2.1.11	Пересчет показаний термопары по таблице	5-14
5.2.1.12	Полиномиальный пересчет показаний термопары	5-14
5.2.2	Функция «Копировать датчик»	5-15
5.2.3	Функция «Тестовый пересчет»	5-16
5.3	Меню «Output» (Выход)	5-17
5.3.1	Меню отображения окон	5-17
5.3.1.1	Функция «Окно статистики»	5-17
5.3.1.2	Функция «Set Fields»	5-18
5.3.1.3	Функция «Окно графиков»	5-19
5.3.1.4	Функция «Clear Graph» (Очистка окна графиков)	5-19
5.3.1.5	Функция «Scrolling Window» (Прокрутка окна)	5-19
5.3.2	Функция «Выходной канал»	5-20
5.3.3	Функция «Вывод данных на печать»	5-22
5.3.4	Функция «Print Memory» (Распечатывание данных, хранящихся в памяти)	5-22
5.3.5	Функция «Clear Statistics» (Очистка статистики)	5-23
5.4	Меню «Module» (Модуль)	5-23
5.4.1	Функция «Настройка экрана»	5-23

5.4.2	Функция «Set up Device»(Настройка устройства).....	5-24
5.4.3	Функция «Калибровка устройства»	5-25
5.4.4	Функция «Сведения о модуле».....	5-26
5.5	Системное меню	5-27
5.5.1	Функция «Units»(Единицы измерения)	5-27
5.5.2	Функция «Time» (Время)	5-28
5.5.3	Пароль	5-28
5.5.4	Системная информация.....	5-29
5.5.5	Функция «System Reset» (сброс настроек системы).....	5-30
6	Интерфейс цифровой передачи данных.....	6-1
6.1	Обзор.....	6-1
6.2	Последовательный интерфейс	6-1
6.3	Синтаксис команд	6-2
6.4	Краткое изложение команд.....	6-3
6.5	Команды	6-3
6.5.1	Команды управления результатами измерений	6-4
6.5.1.1	CALCulate[n]:AVERage[n]:CLEar	6-4
6.5.1.2	CALCulate[n]:AVERage[n]:CLEar:ALL	6-9
6.5.1.3	CALCulate[n]:AVERage[n]:DATA?.....	6-9
6.5.1.4	CALCulate[n]:AVERage[n][:STATE]?.....	6-9
6.5.1.5	CALCulate[n]:AVERage[n]:TYPE?	6-9
6.5.1.7	CONFigure?	6-10
6.5.1.9	DATA:POINts? [MEM].....	6-11
6.5.1.12	READ[:TEMPerature]?	6-12
6.5.1.13	SENSe[n]:AVERage:DATA?	6-12
6.5.2	Команды управления измерением	6-12
6.5.2.1	ABORt	6-12
6.5.2.2	INITiate[:IMMediate].....	6-12
6.5.2.4	INITiate:CONTinuous?.....	6-13
6.5.2.6	SENSe:AVERage:COUNT?	6-14
6.5.2.8	SENSe: AVERage[:STATE]?.....	6-14
6.5.2.10	TRIGger[:SEQuence]:COUNT?	6-14
6.5.2.12	TRIGger[:SEQuence]:DELay?	6-15
6.5.2.14	TRIGger[:SEQuence]:TIMer?	6-15
6.5.3	Команды управления входным каналом	6-15
6.5.3.2	ROUTE:CLOSE:STATE?	6-16
6.5.3.3	ROUTE:PRIMary?	6-16
6.5.3.5	ROUTE:SCAN:ALTErnate?	6-16
6.5.3.6	ROUTE:SCAN[:LIST] < channel_list > (список каналов) ..	6-16
6.5.3.7	ROUTE:SCAN[:LIST]?	6-17
6.5.3.9	ROUTE:SCAN:STATE?.....	6-17
6.5.4	Команды управления щупом	6-17
6.5.4.1	CALCulate[n]:CONVert:CATalog?.....	6-18
6.5.4.3	CALCulate[n]:CONVert:DATA?.....	6-20
6.5.4.5	CALCulate[n]:CONVert:NAME?	6-21
6.5.4.6	CALCulate[n]:CONVert:PARAmeter:CATalog?	6-21
6.5.4.9	CALCulate[n]:CONVert:PARAmeter:VALue? ALL (BCE)	6-22
6.5.4.11	CALCulate[n]:CONVert:SNUMber?	6-23
6.5.4.13	CALCulate[n]:CONVert:SRLow?	6-23
6.5.4.15	CALCulate[n]:CONVert:SRHigh?	6-23
6.5.5	Команды управления выходным каналом	6-24
6.5.5.2	OUTPut[n]:CALC?.....	6-25
6.5.5.4	OUTPut[n]:NCHannel?.....	6-25
6.5.5.6	OUTPut[n]:PCHannel?	6-26

6.5.5.8	OUTPut[n][:STATe]?	6-26
6.5.6	Команды управления принтером	6-27
6.5.6.1	HCOPY:ABORt	6-27
6.5.6.4	HCOPY:PRINter[n][:STATe]?	6-28
6.7.5	Команды управления интерфейсом связи	6-28
6.5.7.1	SYSTem:COMMunicate:SERial[:RECeive]:BAUD <numeric_value> (цифровое значение)	6-28
6.5.7.2	SYSTem:COMMunicate:SERial[:RECeive]:BAUD?	6-28
6.5.7.4	SYSTem:COMMunicate:SERial[:RECeive]:FDUP?	6-29
6.5.7.5	SYSTem:COMMunicate:SERial[:RECeive]:LINefeed <Boolean> (булево значение)	6-29
6.5.7.6	SYSTem:COMMunicate:SERial[:RECeive]:LINefeed?	6-30
6.5.6	Модульные команды	6-30
6.5.8.1	SYSTem:CONFigure:CDEvice?	6-30
6.5.8.2	SYSTem:CONFigure:COMMunicate[n]:DADDRESS?	6-31
6.5.8.3	SYSTem:CONFigure:COMMunicate[n]:MADDRESS?	6-31
6.5.8.4	SYSTem:CONFigure:ICHannel?	6-31
6.5.8.5	SYSTem:CONFigure:IDEvice?	6-31
6.5.8.6	SYSTem:CONFigure:INPut[n]:DADDRESS?	6-31
6.5.8.7	SYSTem:CONFigure:INPut[n]:MADDRESS?	6-32
6.5.8.8	SYSTem:CONFigure:MNUMBER?	6-32
6.5.8.9	SYSTem:CONFigure:MODule[n]:DEvice[n]:INformation? ..	6-32
6.5.8.10	SYSTem:CONFigure:MODule[n]:DNUMBER?	6-32
6.5.8.11	SYSTem:CONFigure:MODule[n]:INformation?	6-33
6.5.8.12	SYSTem:CONFigure:OCHannel?	6-33
6.5.8.13	SYSTem:CONFigure:ODEvice?	6-33
6.5.8.14	SYSTem:CONFigure:OUTPut[n]:DADDRESS?	6-33
6.5.8.15	SYSTem:CONFigure:OUTPut[n]:MADDRESS?	6-34
6.5.8.16	SYSTem:CONFigure:PDEvice?	6-34
6.5.8.17	SYSTem:CONFigure:PRINter[n]:DADDRESS?	6-34
6.5.8.18	SYSTem:CONFigure:PRINter[n]:MADDRESS?	6-34
6.5.6	Системные команды	6-35
6.5.9.1	*IDN?	6-36
6.5.9.2	*OPT?	6-36
6.5.9.3	*RST	6-36
6.5.9.4	SYSTem:DATE < year >, (год) < month >, (месяц) < day > (день)	6-37
6.5.9.5	SYSTem:DATE?	6-37
6.5.9.7	SYSTem:SNUMBER?	6-37
6.5.9.9	SYSTem:TIME?	6-37
6.5.9.10	SYSTem:VERSion?	6-37
6.5.9.11	UNIT:TEMPerature <unit> (единица)	6-38
6.5.9.12	UNIT:TEMPerature?	6-38
6.5.6	Команды состояния	6-38
6.5.10.1	*CLS	6-38
6.5.10.3	*ESE?	6-39
6.5.10.4	*ESR?	6-39
6.5.10.5	*OPC	6-39
6.5.10.6	*OPC?	6-40
6.5.10.8	*SRE?	6-41
6.5.10.9	*STB?	6-41
6.5.10.10	*TST?	6-42
6.5.10.11	*WAI	6-42
6.5.10.12	STATus:OPERation:CONDition?	6-42
6.5.10.14	STATus:OPERation:ENABLE?	6-43
6.5.10.15	STATus:OPERation[:EVENT]?	6-43

6.5.10.16	STATus:PRESet	6-43
6.5.10.17	STATus:QUEStionable:CONDition?.....	6-44
6.5.10.19	STATus:QUEStionable:ENABle?	6-44
6.5.10.20	STATus:QUEStionable[:EVENT]?	6-44
6.5.10.21	STATus:QUEue[:NEXT]?	6-44
6.5.10.22	SYSTem:ERRor?.....	6-45
6.6	Пример настройки	6-46
7	Модуль SPRT 2560/2567	7-1
7.1	Описание	7-1
7.2	Характеристики	7-1
7.3	Эксплуатация.....	7-2
7.3.1	Подключение щупа	7-2
7.3.2	Установка коэффициентов	7-3
7.3.3	Ток.....	7-3
7.3.4	Команды для настройки устройства	7-4
7.4	Калибровка.....	7-4
7.4.1	Параметры калибровки	7-4
7.4.2	Доступ к передней панели	7-5
7.4.3	Процедура калибровки (2560)	7-6
7.4.4	Процедура калибровки (2567)	7-6
8	Модуль НТРPT 2561.....	8-1
8.1	Описание	8-1
8.2	Характеристики	8-1
8.3	Эксплуатация.....	8-2
8.3.1	Подключение щупа	8-2
8.3.2	Установка коэффициентов	8-3
8.3.3	Ток.....	8-3
8.3.4	Команды для настройки устройства	8-3
8.4	Калибровка.....	8-4
8.4.1	Параметры калибровки	8-4
8.4.2	Доступ к передней панели	8-4
8.4.3	Процедура калибровки.....	8-5
9	Модуль сканирования 2562/2568 PRT	9-1
9.1	Описание	9-1
9.2	Характеристики	9-1
9.3	Эксплуатация.....	9-2
9.3.1	Конфигурация проводов	9-3
9.3.2	Подключение щупа	9-3
9.3.3	Установка коэффициентов	9-4
9.3.4	Ток.....	9-4
9.3.5	Команды для настройки устройства	9-4
9.4	Калибровка.....	9-5
9.4.1	Параметры калибровки	9-5
9.4.2	Доступ к передней панели	9-6
9.4.3	Процедура калибровки (2562)	9-6
9.4.4	Процедура калибровки (2568)	9-7
10	Модуль термистора 2563	10-1
10.1	Описание	10-1
10.2	Характеристики	10-1
10.3	Эксплуатация.....	10-2

10.3.1	Подключение термистора	10-2
10.3.2	Установка коэффициентов	10-3
10.3.3	Ток	10-3
10.3.4	Команды для настройки устройства	10-4
10.4	Калибровка	10-4
10.4.1	Параметры калибровки	10-4
10.4.2	Доступ к передней панели	10-5
10.4.3	Процедура калибровки	10-6
11	Модуль сканирования термистора 2564	11-1
11.1	Описание	11-1
11.2	Характеристики	11-1
11.3	Эксплуатация	11-2
11.3.1	Конфигурация проводов	11-2
11.3.2	Подключение щупа	11-3
11.3.3	Установка коэффициентов	11-3
11.3.4	Ток	11-4
11.3.5	Команды для настройки устройства	11-5
11.4	Калибровка	11-5
11.4.1	Параметры калибровки	11-5
11.4.2	Доступ к передней панели	11-6
11.4.3	Процедура калибровки	11-6
12	Прецизионный термопарный модуль 2565	12-1
12.1	Описание	12-1
12.2	Характеристики	12-2
12.2.1	Вычисление погрешности	12-3
12.3	Эксплуатация	12-3
12.3.1	Подключение термопары	12-4
12.3.2	Выбор типа термопары	12-4
12.3.3	Выбор типа С/С	12-4
12.3.4	Использование калиброванных термопар	12-5
12.3.5	Обеспечение оптимального уровня погрешности	12-6
12.3.5.1	Время прогрева	12-6
12.3.5.2	Окружающая среда	12-6
12.3.5.3	Тепловая стабилизация	12-6
12.3.5.4	Ток заземления	12-6
12.3.6	Параметры настройки	12-6
12.4	Калибровка	12-7
12.4.1	Параметры калибровки	12-7
12.4.2	Доступ к передней панели	12-7
12.4.3	Процедура калибровки	12-8
13	Модуль сканирования термопары 2566	13-1
13.1	Описание	13-1
13.2	Характеристики	13-1
13.2.1	Вычисление погрешности	13-2
13.3	Эксплуатация	13-2
13.3.1	Подключение термопары	13-2
13.3.2	Выбор типа термопары	13-3
13.3.3	Выбор типа коэффициента С/С	13-3
13.3.4	Использование калиброванных термопар	13-4
13.3.5	Обеспечение оптимального уровня погрешности	13-4
13.3.5.1	Время прогрева	13-4
13.3.5.2	Окружающая среда	13-4

13.3.5.3	Тепловая стабилизация	13-4
13.3.6	Параметры настройки	13-5
13.4	Калибровка	13-5
13.4.1	Параметры калибровки	13-5
13.4.2	Доступ к передней панели	13-6
13.4.3	Процедура калибровки	13-6
14	Расширенный модуль связи 3560	14-1
14.1	Описание	14-1
14.2	Характеристики	14-1
14.3	Установка	14-1
14.4	Устройство связи GPIB	14-2
14.4.1	Возможность	14-3
14.4.2	Подключение	14-3
14.4.3	Настройка устройства	14-3
14.4.4	Команды	14-4
14.4.5	Последовательный опрос	14-4
14.4.6	Сброс устройства	14-4
14.4.7	Команды для настройки устройства	14-4
14.5	Последовательное устройство связи	14-5
14.5.1	Связь	14-5
14.5.2	Настройка устройства	14-5
14.5.3	Команды	14-6
14.5.4	Команды для настройки устройства	14-6
14.6	Последовательное устройство печати	14-7
14.6.1	Настройка устройства	14-7
14.6.2	Печать результатов измерений	14-8
14.6.3	Команды для настройки устройства	14-8
14.7	Печатающее устройство параллельного действия	14-8
14.7.1	Подключение	14-8
14.7.2	Настройка устройства	14-9
14.7.3	Печать результатов измерений	14-9
14.7.4	Команды для настройки устройства	14-10
14.8	Устройство вывода аналоговых сигналов	14-10
14.8.1	Подключение	14-10
14.8.2	Настройка устройства	14-11
14.8.3	Выбор данных	14-11
14.8.4	Калибровка	14-12
14.8.5	Команды для настройки устройства	14-12
15	Обслуживание	15-1
16	Диагностика	16-1
16.1	Неверные показания температуры	16-1
16.2	Неверные показания напряжения или сопротивления	16-2
16.3	Трудности установления связи	16-3
16.4	На экране нет изображения	16-3
16.5	Сообщение об ошибках при включении	16-3
16.6	Комментарии CE	16-4
16.6.1	Директива по электромагнитной совместимости	16-4
16.6.1.1	Тестирование на помехоустойчивость	16-4
16.6.1.2	Испытание на излучение	16-5
16.6.2	Директива по низковольтным устройствам (Безопасность)	16-5

Список таблиц

Таблица	Название	Страница
1.	Международные электрические символы	1-1
2.	Система меню программных клавиш	5-2
3.	Типы пересчета	5-7
4.	Параметры функции	5-18
5.	Список команд	6-8
6.	Команды управления результатами измерения	6-8
7.	Типы расчета статистики	6-9
8.	Команды управления измерением	6-13
9.	Команды управления входным каналом	6-15
10.	Список команд управления щупом	6-18
11.	Мнемокод типа пересчета	6-19
12.	Параметры пересчета	6-20
13.	Команды управления выходным каналом	6-24
14.	Типы расчета выходных значений	6-25
15.	Команды управления принтером	6-27
16.	Команды управления интерфейсом связи	6-29
17.	Модульные команды	6-30
18.	Системные команды	6-35
19.	Команды состояния	6-40
20.	Команды устройства для модуля SPRT	7-4
21.	Команды устройства для модуля HTPRT	8-3
22.	Команды для модуля сканирования PRT	9-5
23.	Команды для модуля термистора	10-4
24.	Команды для модуля сканирования термистора	11-5
25.	Параметры калибровки прецизионного термодарного модуля	12-7
26.	Параметры калибровки модуля сканирования термодары	13-5
27.	Характеристики 3560	14-2
28.	Команды для устройства связи GPIB	14-5
29.	Команды для последовательного устройства связи	14-6
30.	Команды последовательного печатающего устройства	14-8
31.	Команды печатающего устройства параллельного действия	14-10
32.	Команды устройства вывода аналоговых сигналов	14-13

Список рисунков

Рисунке	Название	Страница
1.	Прибор Black Stack модели 1560 с двумя подключенными модулями..	2-2
2.	Диаграмма системы.....	2-5
3.	Типичный дисплей	2-6
4.	Обычный вид дисплея в режиме графика.....	2-7
5.	Поток данных	2-12
6.	Подсоединение новых модулей	4-2
7.	Нумерация каналов	4-5
8.	Типичный дисплей статистики.....	5-17
9.	Обычный вид дисплея в режиме окна графика	5-19
10.	Типичный экран прокрутки	5-20
11.	Разводка кабелей связи RS-232	6-1
12.	Пример настройки	6-48
13.	Схема подключений датчика	7-3
14.	Схема подключений датчика	8-2
15.	Сведения о подключении датчика модуля сканирования PRT	9-2
16.	Схема подключений датчика	10-3
17.	Сведения о подключении датчика модуля сканирования термистора.	11-4
18.	Работа розетки термопары модуля 2565.....	12-5

Глава 1



Перед запуском

1.1 Используемые символы

Таблица 1 содержит международные электрические символы. Некоторые или все эти символы могут использоваться на инструменте или в данном руководстве.

Таблица 1. Международные электрические символы

Символ	Описание
~	Переменный ток
≈	Переменный ток – Постоянный ток
	Аккумулятор
CE	СЕ
≡	Постоянный ток
	С двойной изоляцией
	Поражение электрическим током
	Предохранитель
	Заземление
	Горячая поверхность
	Прочтите руководство пользователя
О	Выкл.
I	Вкл.
	Канадская ассоциация стандартов

CAT II	ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЕ (Установка) КАТЕГОРИИ II, Загрязнение Степени 2 по IEC1010-1 относится к уровню обеспечиваемой защиты выдерживаемого импульсного напряжения. Оборудование II КАТЕГОРИИ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ является энергоемким оборудованием, которое поставляется с фиксированной установкой. Примеры включают в себя домашние, офисные и лабораторные устройства.
	C-TIC (стандарт уровня электромагнитных помех) (Австралия)
	Отметка о соответствии Директиве (2002/96/EC) Европейского союза об отходах электрического и электронного оборудования (WEEE).

1.2 Меры безопасности

Используйте этот прибор исключительно по назначению, описанному в данном руководстве. В противном случае имеющиеся в нем средства защиты могут быть нарушены. Ознакомьтесь с рекомендациями по мерам безопасности в разделе «Предупреждения и предосторожности».

Под терминами «предупреждение» и «предосторожность» понимается следующее.

- «Предупреждение определяет состояния и действия, которые могут представлять опасность для пользователя.
- «Предостережение» определяет состояния и действия, которые могут повредить используемый инструмент.

1.2.1 Предупреждения

Предупреждение

- **НЕ используйте этот прибор в средах, не указанных в данном руководстве пользователя.**
- **Придерживайтесь всех правил техники безопасности, перечисленных в данном руководстве пользователя. Поверочное оборудование должно быть использовано только обученным персоналом. Этот прибор может измерять экстремальные температуры. Необходимо принимать меры предосторожности, чтобы избежать травмирования пользователя или повреждения объектов. Датчики могут быть очень холодными или горячими. Пользуйтесь ими осторожно во избежание травмирования. Осторожно поместите датчики на термостойкую поверхность или подставку и дождитесь, пока они достигнут комнатной температуры.**

- **НЕ** используйте этот прибор в сочетании с другими датчиками (терморезистором, термистором или термопарой) для измерения температуры или сопротивления оборудования, если датчик может соприкоснуться с электрическим проводом, находящимся под напряжением. Это может привести к сильному поражению электрическим током, травмированию или смерти.

1.2.2 Предостережения

⚠ Осторожно

- Данный прибор, а также любые термодатчики являются чувствительными приборами и могут быть легко повреждены. Всегда соблюдайте осторожность при обращении с данными устройствами. **НЕЛЬЗЯ** их бросать, ронять, ударять либо подвергать воздействию высоких температур.
- Датчики являются хрупкими устройствами и легко повреждаются от механического удара, перегрева и влажности или поглощения паров проводами или корпусом. Повреждения могут быть визуально незаметны, но тем не менее являться причиной дрейфа, нестабильности и снижения точности измерений. Придерживайтесь следующих мер предосторожности:
- **НЕ** следует ронять, ударять, изгибать или встряхивать щупы.
- **НЕ** следует перегревать щупы выше рекомендованного диапазона температур.
- **НЕ** следует погружать в жидкость какие-либо части щупа за исключением корпуса.
- **НЕ** следует подвергать щуп и соединяющие его провода воздействию высоких температур.
- Соединительные провода следует поддерживать в чистоте и вдали от жидкостей.

1.3 Авторизованные сервисные центры

Обратитесь в один из указанных авторизованных сервисных центров для согласования обслуживания прибора, произведенного компанией Fluke Calibration:

Fluke Corporation, Hart Scientific Division

799 E. Utah Valley Drive

American Fork, UT 84003-9775

США:

Телефон: +1.801.763.1600

Факс: +1.801.763.1010

E-mail: support@hartscientific.com

Fluke Nederland B.V. (Нидерланды)

Customer Support Services
Science Park Eindhoven 5108
5692 EC Son
НИДЕРЛАНДЫ
Телефон: +31-402-675300
Факс: +31-402-675321
E-mail: ServiceDesk@fluke.nl

Fluke Int'l Corporation

Service Center – Instrimpex
Room 2301 Sciteck Tower
22 Jianguomenwai Dajie
Chao Yang District
Beijing 100004, PRC
КИТАЙ
Телефон: +86-10-6-512-3436
Факс: +86-10-6-512-3437
E-mail: xingye.han@fluke.com.cn

Fluke South East Asia Pte Ltd. (Юго-Восточная Азия)

Fluke ASEAN Regional Office
Service Center
60 Alexandra Terrace #03-16
The Comtech (Lobby D)
118502
СИНГАПУР
Телефон: +65 6799-5588
Факс: +65 6799-5588
E-mail: antng@singa.fluke.com

При обращении в эти сервисные центры за поддержкой необходимо предоставить следующую информацию о приборе:

- Модель
- Номер
- Серийный номер
- Напряжение
- Полное описание проблемы

Глава 2

Введение

Первая глава содержит общее описание Измерителя температуры Black Stack модели 1560. В первом пункте главы представлены уникальные возможности прибора модели 1560. В следующих пунктах более детально описаны комплектующие детали и измерительный процесс прибора модели 1560.

2.1 Характеристики

Прибор Black Stack модели 1560 имеет уникальную модульную конструкцию и состоит из основного блока управления и дополнительных модулей. Основной блок управления — «мозг» системы. Он руководит всеми операциями и подает сигналы управления и электропитание для модулей. Модули — дополнительные устройства, которые дают системе возможность измерять температуру и устанавливать связь с другими устройствами. Различные модули выполняют разные функции. Один из модулей может выполнять функцию измерения показаний платиновых терморезисторов (PRT), другой — функцию получения показаний с термопар. Другой модуль может выполнять функцию обеспечения интерфейса принтера. Модули могут содержать более одной автономной функции или устройства. Например, отдельный модуль может включать устройство связи GPIB и устройство интерфейса принтера «Centronics». Отдельное устройство, такое как сканер термопары, также может быть многоканальным. При подключении к прибору конкретных модулей прибор может приобрести необычайные возможности.



Рисунок 1. Прибор Black Stack модели 1560 с двумя подключенными модулями

Каждый дополнительный модуль имеет свои особые физические и электрические требования. Поэтому любой модуль может быть легко подсоединен к системе. К блоку управления может быть подключено до восьми модулей. Их можно приобрести в любое время. Модули быстро и легко устанавливаются в предназначенное для них пространство, позволяя системе прибора расширяться при необходимости. Основной блок управления автоматически распознает подключенные модули. Сразу же появляются новые доступные каналы и функции.

Каждый дополнительный модуль — это автономное интеллектуальное устройство. Модули включают в себя собственный микроконтроллер, память и аналого-цифровой преобразователь, если необходимо. Связь между модулями и блоком управления осуществляется через запатентованную высокоскоростную цифровую шину. Модули проходят калибровку отдельно, а параметры калибровки хранятся в энергонезависимой памяти внутри модуля.

Физическая схема прибора Black Stack модели 1560 оптимизирована для удобства пользователя. Передняя панель находится под наклоном, чтобы информация на экране лучше отображалась и был обеспечен удобный доступ к клавишам. Результаты измерения отображаются на экране с помощью крупных, легко читаемых чисел. Яркость и контрастность экрана можно регулировать. Графический ЖК-дисплей способен отображать большое количество информации, и его можно настроить для различных пользователей. В режиме окна статистики экран способен одновременно отображать измерения с различных каналов. Также экран способен отображать результаты статистического анализа этих измерений. В режиме

графики экран отображает кривую измерений в динамике по времени. Прибор модели 1560 прост и удобен в использовании благодаря программным клавишам. Функции пяти программных клавиш обозначены на графическом дисплее и изменяются в зависимости от выбранного меню.

Основное назначение прибора Black Stack модели 1560 — измерение температуры. Обычно измерение проводится при помощи модулей, которые производят измерения с определенных датчиков, таких как PRT (платиновый терморезистор) или термопары. Если подключено несколько модулей, каждый с многочисленными каналами, для системы прибора доступно большое число разнообразных каналов. Основной блок управления способен распознавать до 96 входных каналов. Блок управления может быть запрограммирован на непрерывные измерения с помощью одного канала или автоматическое сканирование нескольких каналов. Он также может быть запрограммирован на определенное число измерений, а затем остановку. Результаты измерений можно хранить в памяти и распечатать позднее.

Black Stack модели 1560 предназначен для получения показаний с различных датчиков: платиновых терморезисторов (PRT), термометров сопротивления (RTD), эталонных платиновых терморезисторов (SPRT), термисторов, термопар и других. Основной блок управления способен математически преобразовывать сопротивление или напряжение в температуру, используя некоторые из стандартных алгоритмов. С помощью датчиков PRT (платиновый терморезистор), RTD (термометр сопротивления) и SPRT (эталонный платиновый терморезистор) температура может быть вычислена по ITS-90, IPTS-68, уравнению Каллендара–Ван Дьюзена или мультиномиально. Для калиброванных датчиков установлены заводские коэффициенты определения характеристик. При помощи терморезисторов температура может быть вычислена по уравнению Стейнхарта–Харта или мультиномиально с коэффициентами, установленными пользователем. При использовании термопар температура вычисляется согласно таблицам стандартов для типов B, E, J, K, N, R, S, T, а для термопар из платинистого золота по мультиномиальным или выбранным пользователем таблицам. Возможно провести настройку к стандартной кривой для увеличения точности. Термопары можно использовать для внутренней или внешней компенсации колебаний температуры холодного спая. Характеристики выбираются индивидуально для каждого канала датчика. Температура может отображаться в единицах измерения по шкале Цельсия, Фаренгейта или Кельвина.

Алгоритмы конверсии температуры и коэффициенты аттестации можно легко протестировать. Введите произвольное значение сопротивления или напряжения, и будет отображена соответствующая температура.

В дополнение к простым измерениям температуры, прибор модели 1560 может вычислять и отображать результаты статистики, которые включают усреднение, стандартное отклонение, минимум, максимум и зону рассеяния. Также может быть отображено различие в измерениях двух каналов. Прибор модели 1560 способен отправлять результаты измерений в порты принтера, порты связи и выходные каналы модулей.

Прибор модели 1560 имеет встроенный таймер. Это позволяет не только демонстрировать на экране истинное время, но и маркировать каждое измерение во времени. Результаты измерений выводятся на печать с датой и временем измерения.

Прибор модели 1560 предназначен не только для работы с клавишами передней панели, но и для использования одного из различных интерфейсов цифровой связи. Основной блок управления содержит один встроенный последовательный порт RS-232. Порт IEEE-488 (GPIB) доступен при подсоединении дополнительного модуля. Интерфейсы связи позволяют прибору модели 1560 принимать команды для реализации различных функций. При использовании последовательного или GPIB интерфейса удаленный прибор или компьютер способен контролировать измерения и считывать записанные результаты измерений.

2.2 Комплектующие детали

На рис. 2 изображена схема прибора Black Stack модели 1560. Описание комплектующих деталей приведено в следующих разделах.

2.2.1 Основной микропроцессор

Основной микропроцессор — главный блок управления системой. Он контролирует экран, клавиши, последовательный интерфейс и прохождение данных через шину модуля. Основной микропроцессор также производит статистические выкладки и вычисления температуры. Микропроцессор работает на прошивке, содержащейся в памяти, предназначенной только для чтения (ROM). Он использует память с произвольной выборкой (RAM) для временного хранения результатов измерений и других данных. Данные, которые должны быть сохранены, даже когда электропитание отключено, хранятся в энергонезависимой памяти RAM.

2.2.1.1 Дисплей

На графический ЖК-дисплей на передней панели прибора пользователь может выводить данные об измерениях и множество другой важной информации. Дисплей также помогает пользователю в выборе функций с помощью программных клавиш. На рисунке 3 показан пример того, как может выглядеть дисплей. Различные части дисплея описаны ниже.

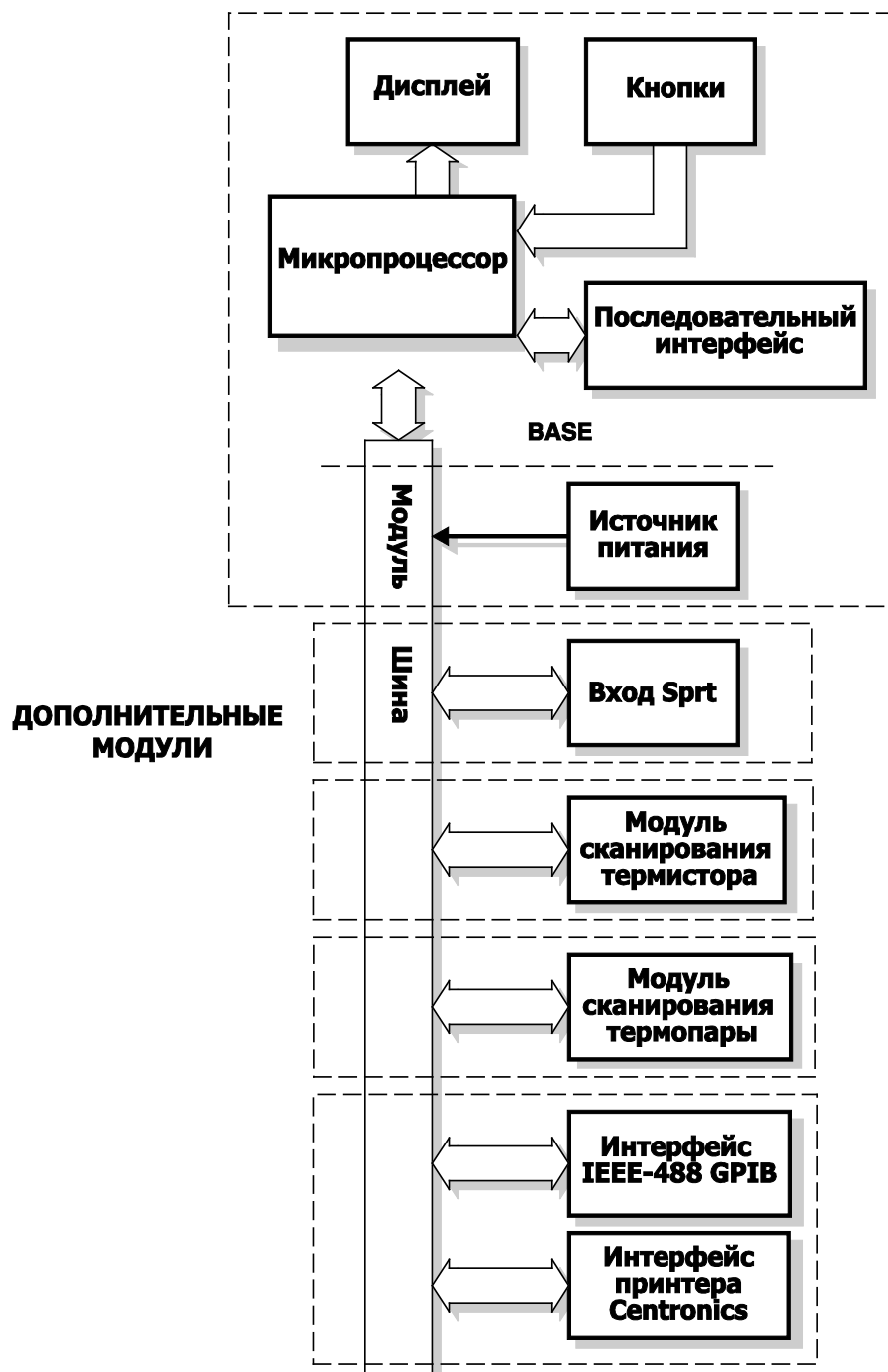


Рисунок 2. Диаграмма системы

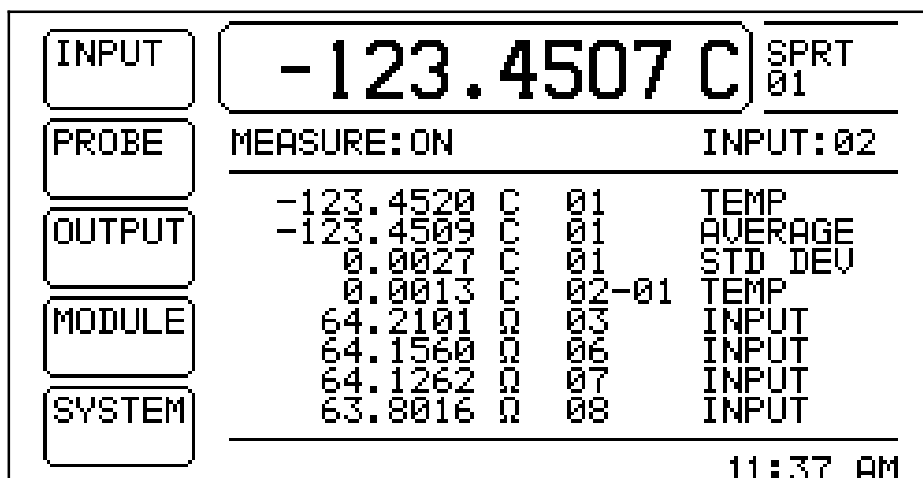


Рисунок 3. Типичный дисплей

Окно главного дисплея

В окне главного дисплея отображаются результаты последнего измерения. Оно расположено вверху в центре экрана, как показано на рисунке 3. Окно отображает числа длительностью до десяти цифр. Единицы измерения отображаются справа от измеряемого значения. При нескольких измерениях впереди символа единицы измерения могут появляться множители, такие как μ , m, k, M. В зоне справа от окна главного дисплея отмечен входной канал отображаемого измерения. Канал можно опознать по названию устройства и номеру.

Состояние измерения

Зона прямо под окном главного дисплея показывает состояние текущего измерения. Режим измерений запускается после команды «MEASURE:» (Измерение). На экране в зоне состояния измерения может отображаться сообщение «OFF», если измерение не запущено, «ON», если измерения продолжаются, или подсчет измерений, если запущен режим измерения «COUNT» (см. раздел 5.1.1). Номер входного канала при продолжающемся измерении отмечен справа после надписи «INPUT:»

Время

Время отображается в правом нижнем углу экрана, как показано на рисунке 3. Время отображается в 12-часовом формате (1–12 часов) в часах, минутах, с прибавлением «AM» (до полудня) или «PM» (после полудня). Время отмечается даже во время отключения питания. Возможна установка времени и даты (см. раздел 5.5.2).

Программные клавиши

Вдоль левого края дисплея рядом с программными клавишами расположены пять сообщений программных клавиш. Сообщения программных клавиш и их функции изменяются в зависимости от выбранного меню.

Окно экрана статистики

Обширная зона в центре дисплея может использоваться для различных целей. На рисунке 3 изображено, как выглядит центральное окно в режиме статистики. В этом режиме окно содержит восемь полей данных, которые показывают значения различных измерений (см. раздел 5.3.1.1, а также раздел 5.3.1.2). Каждое поле данных отображает сначала измерение с результатом, затем единицы измерения, канал (или пару каналов при дифференциальном исчислении) и надпись о типе вычислений.

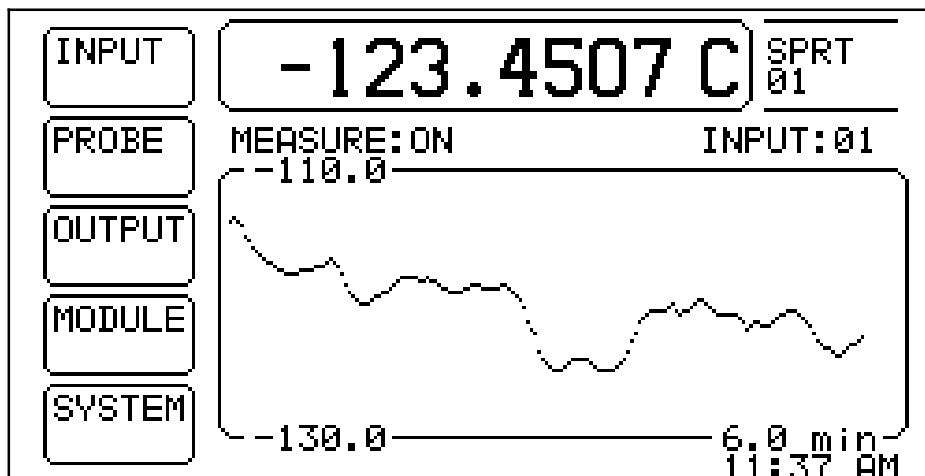


Рисунок 4. Обычный вид дисплея в режиме графика

Окно дисплея в режиме графика

На рисунке 4 изображено, как выглядит центральное окно в режиме графика. В этом режиме в окне отображается график последних измерений во времени (см. раздел 5.3.1.3). Верхний и нижний пределы вертикальной оси отображаются наверху и внизу на левой стороне окна. Вертикальная шкала регулируется автоматически для лучшего соответствия данным. Горизонтальная шкала времени отображается внизу справа. Шкала времени определяется параметром «DELAY» (см. раздел 5.1.1).

Окно дисплея в режиме прокрутки

В режиме прокрутки центральное окно дисплея является экраном терминала, отображающим последние измерения. Новое измерение, которое производится и отображается на экране в окне главного дисплея, также отображается наверху текстового выходного окна (см. раздел 5.3.1.5). Каждая строка содержит результаты предыдущих измерений, список которых прокручивается вниз. Измерения отображаются входным каналом номер один, когда было настроено значение измерения, единицы и время измерения. Время отображается в 24-часовом формате (0-23 часов) в часах, минутах и секундах.

Функциональное окно

Во время использования функций программных клавиш центральное окно временно может быть использовано для отображения избирательной информации. Вместе с цифровыми клавишами и кнопками со стрелками окно используется для установки параметров.

2.2.1.2 Кнопки

Кнопки используются для выбора функций и изменения параметров. Функции различных кнопок следующие:

Программные клавиши





Пять программных клавиш слева от дисплея используются для выбора меню или функций меню. Функции программных клавиш указаны на сообщениях на экране рядом с программными клавишами. Функции программных клавиш зависят от выбранного меню. Они подробно описаны в разделе 5.

Цифровые клавиши

Для ввода числовых данных или выбора номера используются десять цифровых клавиш, клавиши десятичной точки (.), минуса (-) и экспоненты (EXP).

ENTER



Клавиша «ENTER», , используется для ввода новых значений параметров. В большинстве случаев, при изменении значения какого-либо параметра для принятия  нового значения, необходимо нажать «ENTER». Если клавиша «EXIT»,  или , нажата перед «ENTER», все введенные данные будут проигнорированы и параметры вернуться к прежнему значению. В окне со списком параметров нажатие клавиши «ENTER» также переместит курсор к следующему параметру. Если курсор находится внизу списка, нажатие «ENTER» без изменения параметра приведет к выходу из окна данной функции. Клавишу «ENTER» также можно использовать при выполнении некоторых операций по подтверждению или продолжению действия или выбора.





DEL

Во время ввода или редактирования числового параметра клавиша «DEL» (удалить) используется для удаления числа, которое выделено курсором.



EXIT (Выход)

Клавиша «EXIT» используется для отмены действия или перехода из меню ниже в меню выше. Нажатие клавиши «EXIT» в любом окне приведет к немедленному покиданию этого окна и переходу к следующему окну или к меню. Если параметр был введен или изменен, и до нажатия кнопки «ENTER» нажимается «EXIT», изменение не сохранится. При выполнении некоторых операций клавиша «EXIT» может быть использована для отмены и прерывания действия или выбора. Используйте клавишу «EXIT», когда находитесь в меню программных клавиш ниже, для перехода к главному меню.



Кнопки со стрелками вверх  и вниз  используются для движения курсора по списку параметров в окне. Имейте в виду, что новые данные не сохраняются, пока сначала не будет нажата клавиша «ENTER». Таким образом, эти клавиши также используются с целью отменить или изменить параметр. Если список параметров слишком длинен для отображения в окне, для прокрутки списка могут использоваться кнопки  и . Пользователь может удерживать одну из этих кнопок для быстрой прокрутки.



Кнопки со стрелками влево  и вправо  обладают двумя функциями. Во время введения или редактирования числового параметра они могут использоваться для перехода от цифры к цифре. При установке некоторых параметров эти кнопки необходимы для изменения параметра.



Также эти кнопки используются для настройки контрастности экрана. Их можно использовать в любое время для регулировки контрастности.

2.2.1.3 Интерфейс последовательного порта RS-232

Блок управления оснащен интерфейсом последовательного порта RS-232. Разъем порта расположен внизу сзади переднего отдела блока управления. Интерфейс порта может использоваться для установления связи прибора модели 1560 с принтером для получения печатной копии данных измерений или с компьютером для удаленного управления.

2.2.1.4 Питание

Питание обеспечивается постоянным током, необходимым для электронных устройств. Блок питания получает ток от сети переменного тока. Разъем переменного тока расположен внизу сзади второго отдела блока управления. Блок питания работает с напряжением от 100 до 250 В, от 50 до 60 Гц. номинальное значение переменного тока.

2.2.1.5 Шина модуля

Основной микропроцессор связан с дополнительными модулями и устройствами через шину модуля. Шина с запатентованным устройством обладает простотой использования, надежностью и быстротой. Она очень быстро передает данные в формате 8 бит параллельно. Шина также снабжает питанием модули.

2.2.2 Дополнительные модули.

Дополнительные модули обеспечивают особую функциональность, необходимую пользователю. К блоку управления может быть подсоединено до восьми модулей. Отдельный модуль может включать автономные устройства, имеющие много отделов, каждое с различными функциями. Например, расширенный модуль связи включает устройство GPIB для параллельной связи, устройство интерфейса для печати и принтера «Centronics» и аналоговое выходное устройство для вывода результатов измерений в виде аналогового напряжения. Существует четыре основных класса или типа устройств в зависимости от их основного назначения:

Входные устройства

Входные устройства используются основным блоком управления для измерительных датчиков и сигналов. Входное устройство может иметь несколько входных каналов. Класс входных устройств включает такие устройства, как SPRT (эталонный платиновый терморезистор) и модули термодпары.

Выходные устройства

Выходное устройство способно получать результаты измерений с основного блока управления и передавать данные другим приборам. Выходные устройства данных могут иметь многочисленные выходные каналы. Класс выходных устройств включает такие устройства, как аналоговый выход.

Устройство интерфейса принтера

Устройство интерфейса принтера способно получать текстовые данные с основного блока управления и посылать их на внешний принтер, вывод или устройство хранения данных. Класс устройств интерфейса принтера включает устройство интерфейса принтера «Centronics» и функцию вывода на печать принтера встроенного интерфейса порта RS-232.

Устройство связи

Устройство связи обеспечивает двустороннюю связь между внешним прибором или компьютером и системой прибора модели 1560. Устройство используется для установки параметров, считывания результатов измерений, контроля за функционированием прибора 1560. В класс устройств связи входят устройство интерфейса порта IEEE-488 GPIB и обладающий функцией двусторонней связи встроенное устройство с последовательным интерфейсом порта RS-232.

Каждый дополнительный модуль оснащен собственным микропроцессором, который позволяет работать автономно при слабом контроле основного блока управления. Модуль также содержит собственный электрический контур согласно его избирательному применению. Модуль может включать в себя контур для измерения сопротивления или напряжения, цифрового преобразования, измерения температуры, переключения каналов и цифровой связи. Все электрические контуры напрямую управляются микропроцессором модуля. Микропроцессор модуля оперирует расчетами предельного времени, дискретизации с уменьшением шага, компенсации ошибок, необходимыми для производства точных измерений. Модули, которые нуждаются в калибровке для обеспечения точности, сохраняют собственные коэффициенты калибровки в энергонезависимой памяти с произвольной выборкой (NVRAM). Следовательно, модуль сохраняет калибровку, даже если он перемещен с одной системы прибора модели 1560 на другую. Доступ к параметрам калибровки модуля можно получить через переднюю панель блока управления.

Каждый модуль распознает и реагирует на стандартный набор команд блока управления, передаваемых через шину модуля. Стандартные команды, используемые для управления модулем: идентификация устройства, получение отчетов о состоянии, конфигурация, ввод и вывод данных.

2.3 Обработка информации

В этом разделе содержится информация о том, как отбираются, обрабатываются и выводятся результаты измерений системы прибора Black Stack модели 1560. Поток данных представлен в виде диаграммы на рисунке 5, подробности описаны ниже.

2.3.1 Получение данных

Результаты измерений берут начало во входных устройствах, таких как модуль SPRT. Каждое входное устройство содержит один или более входной канал. Каждое устройство фиксируется блоком управления при включении, и регистрируется число каналов устройства, тип измерений и приемлемые типы конверсии температуры. Входным каналам присваиваются номера в порядке распознавания (см. раздел 4.5.1). Получение данных от каждого входного канала зависит как от необработанного значения измерения (в омах или вольтах), так и от компенсации колебаний температуры холодного спая (CJC) для входа термодпары.

2.3.2 Контроль взятия пробы

Блок контроля взятия пробы определяет, с какого из входных каналов и когда проводилось считывание. При каждом измерении регистрируется время. Интервал выборки (задержка измерения) между измерениями может быть запрограммирован пользователем (см. раздел 5.1.1). Пока блок контроля измерения ожидает получения данных от входного канала, он отображает состояние измерения и номер канала в процессе измерения в строке состояния дисплея (см. раздел 2.2.1.1). После измерения все результаты измерения тут же поступают во входной блок усреднения.

2.3.3 Входной блок усреднения

Входной блок усреднения вычисляет скользящее среднее значение, которое включает данные о новых измерениях и результаты некоторого числа прошлых измерений. Для каждого входного канала вычисляется особое среднее значение. Пользователь может запрограммировать вычисление усреднения (см. раздел 5.1.5). После усреднения все результаты измерения тут же поступают в блок конверсии температуры. Результаты хранятся во внутренней памяти (с временной меткой) для возможного вывода на поля данных дисплея или в выходные каналы данных.

2.3.4 Пересчет температуры

Блок пересчета температуры вычисляет температуру или другую производную величину из усредненного измерения. Пересчет может быть произведен с использованием одного из нескольких алгоритмов, которые соответствуют типу входа. Можно использовать алгоритмы ITS-90, W (T₉₀), IPTS-68, стандарт Каллендара–Ван Дьюзена, терморезистор [T(R) или R (T)], полином и пересчет показаний термодпары стандартного типа с внутренней или внешней компенсацией температуры холодного спая. Тип пересчета и связанные с ним коэффициенты, которые составляют характеристику датчика,

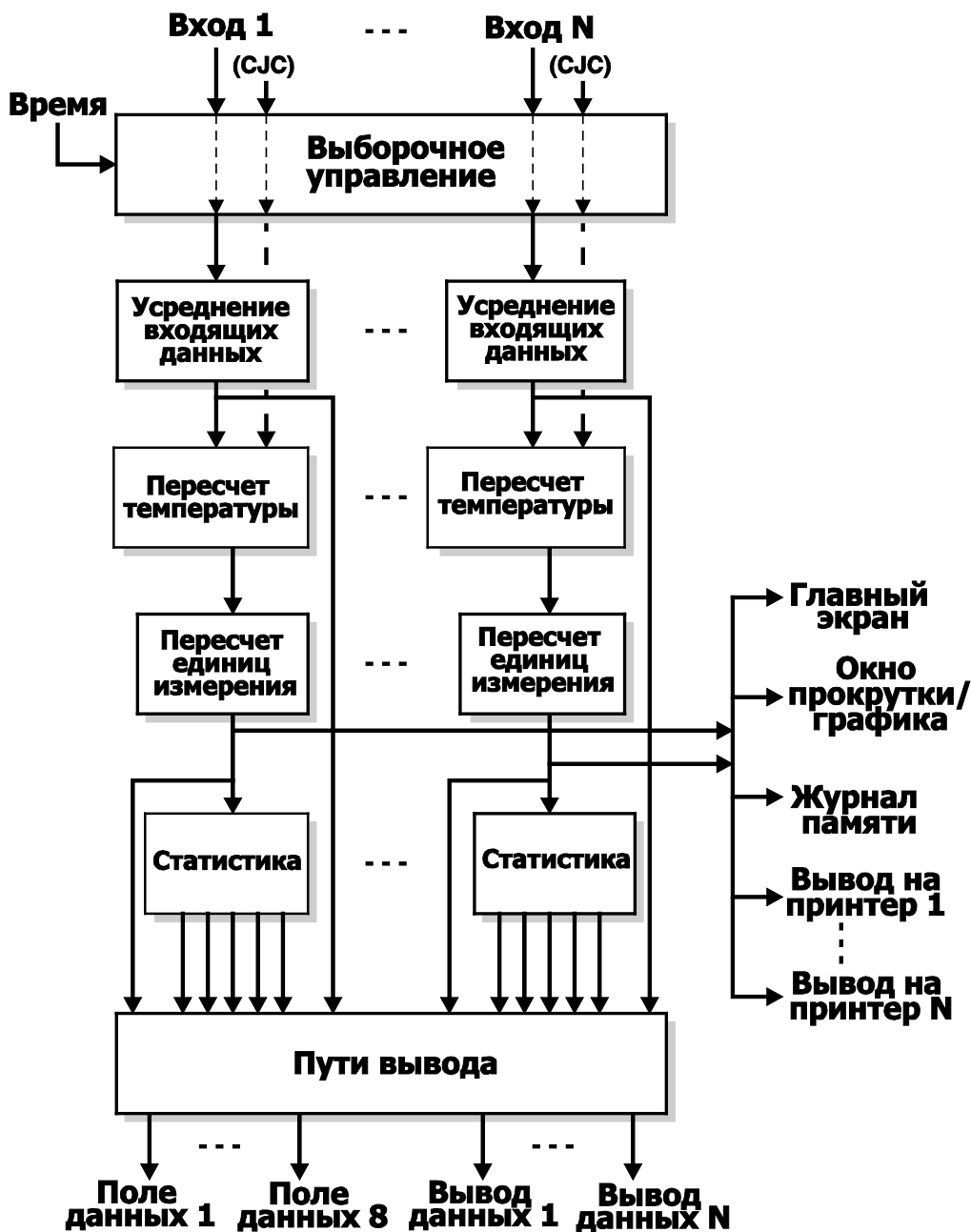


Рисунок 5. Поток данных

определены отдельно для каждого входного канала (см. раздел 5.2.1). Некоторые преобразователи, а именно термопары, могут использовать компенсацию температуры холодного спая (С/С), считанную с измерительного модуля. Преобразованные результаты измерения сразу же поступают в блок пересчета единиц измерения.

2.3.5 Пересчет единиц измерения

Блок пересчета единиц измерения переводит результаты измерений в необходимые единицы (см. раздел 5.5.1). Блок пересчета температуры производит значения температуры в градусы по шкале Цельсия (С). При применении в системе градусов по шкале Фаренгейта (F) или Кельвина (K) значение температуры будет соответственно переведено в другие единицы измерения.

2.3.6 Экран основных результатов измерений

Каждое новое измерение немедленно отображается на экране передней панели в окне основного измерения. Номер канала отображается справа.

2.3.7 Окна графиков и окна прокрутки

Каждое новое измерение также отображается в окне графиков или окне прокрутки, если они открыты.

2.3.8 Память

Результаты каждого нового измерения сохраняются в памяти. В памяти может храниться не более 1000 результатов измерений. (Вместимость памяти может снизиться при подключении большого количества входных каналов.) Если память заполнена, самые ранние результаты измерений будут удалены при сохранении новых результатов измерений. Номер канала, время и единицы измерения сохраняются вместе со значением измерения. Результаты измерений, хранящиеся в памяти, могут быть распечатаны (см. раздел 5.3.4).

2.3.9 Вывод данных на печать

Результаты каждого нового измерения можно распечатать на каждом подключенном печатном устройстве (см. раздел 5.3.3). Номер канала, единицы измерения, время и дата также будут выведены на печать.

2.3.10 Статистика

В блоке статистики каждое измерение подвергается анализу. Блок статистики производит следующие значения: значение измерений (без вычисления), усреднение, стандартное отклонение, измерительный максимум и минимум и зону рассеяния. Каждый входной канал функционирует автономно. Недавние статистические результаты для каждого входного канала хранятся во внутренней памяти для последующего перемещения к выходам. Регистры статистики могут быть сброшены и повторно налажены пользователем (см. раздел 5.3.5).

2.3.11 Маршрут вывода данных

Блок маршрута вывода данных подводит данные об измерениях к необходимым выходным каналам. Любой выходной канал может принимать данные об измерениях от любого входного канала как результаты статистических вычислений (см. раздел 5.3.2). Когда доступно следующее измерение, блок маршрута вывода данных отображает его результаты на всех полях экрана, и выходные каналы запрограммированы на его прием.

2.3.12 Поля данных дисплея

В режиме статистики центральное окно дисплея содержит восемь программируемых полей данных. Поля данных могут отображать данные об измерениях от любого входного канала как результаты статистических вычислений (см. разделы 5.3.1.1 и 5.3.1.2). Данные об измерениях отображаются с номером канала, единицами измерения, временем и сообщением о типе вычислений.

2.3.13 Каналы выхода данных

Выходные устройства могут принимать данные об измерениях от любого входного канала как результаты статистических вычислений (см. раздел 5.3.2). Каждое выходное устройство снабжено одним или более выходным каналом. Каждое устройство фиксируется блоком управления при включении, и отмечается число каналов устройства. Выходным каналам присвоены номера в порядке распознавания.

Глава 3

Технические характеристики и рабочие условия

3.1 Характеристики

Питание	от 100 до 230 В перем.тока ($\pm 10\%$), 50/60 Гц, .5А
Масса (только основной блок управления)	2,1 кг (14,5 фунта)
Максимальное число модулей	8
Максимальное число входных каналов	96

* Характеристики модулей см. в главах об отдельных модулях.

3.2 Рабочие условия

Хотя прибор рассчитан на оптимальную прочность и безотказную работу, он требует осторожного обращения. Прибор не должен использоваться в излишне запыленной или грязной обстановке. Рекомендации по обслуживанию и чистке находятся в разделе "Обслуживание" руководства пользователя. Рекомендации по обслуживанию и чистке находятся в Разделе "Обслуживание" данного руководства .

Прибор безопасно работает при следующих условиях окружающей среды:

- диапазон температур: предельная 5–35 °C (40–95 °F), рекомендуемая 18–28 °C (64–82 °F)
- относительная влажность окружающей среды: 15–65 % (70 % при температуре ниже 30 °C)
- давление: 75кПа–106кПа
- сетевое напряжение в пределах $\pm 10\%$ от номинального
- вибрации в калибровочном окружении необходимо минимизировать
- высота над у.м. менее 2000 м

Глава 4

Общие указания по эксплуатации

В этом разделе содержится информация об основном функционировании термометра напряжения «Black Stack» модели 1560. Функционирование прибора модели 1560 более подробно описано в следующих разделах: раздел 5 посвящен функциям программных клавиш, а раздел 6 содержит команды связи, применяющиеся для удаленного управления термометром напряжения модели 1560.

4.1 Установка новых модулей

Прибор модели 1560 обычно поставляется с несколькими уже присоединенными модулями. Тем не менее, новые модули могут быть приобретены позднее. Модули подключаются к задней панели существующей системы прибора для добавления дополнительных каналов или новых возможностей. Модули перед отправкой отдельно проходят калибровку на предприятии и готовы к установке и работе без настройки или коэффициентов программирования. Они предназначены только для подсоединения к прибору модели 1560.

Примечание

Необходимо ввести соответствующие коэффициенты датчика.

Примечание

Перед процессом установки нового модуля учтите, что добавление новых модулей, содержащих входные каналы, изменит существующее расположение входных каналов. Все характеристики датчика, хранящиеся в памяти, будут удалены. После установки нового модуля можно выбрать алгоритм пересчета и снова ввести коэффициенты определения характеристик для каждого входного канала, необходимого для использования. Подготовьтесь заранее и держите под рукой коэффициенты для каждого датчика.

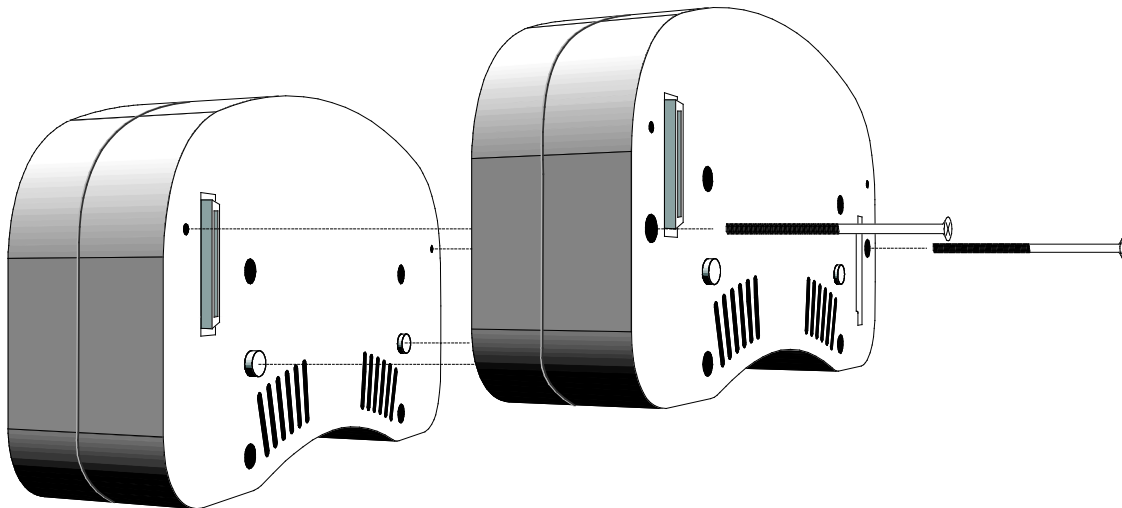


Рисунок 6. Подсоединение новых модулей

Подсоединение нового модуля выполняется следующим образом:

1. Отключите питание термометра напряжения модели 1560. Отсоедините кабель питания прибора модели 1560 от источника питания и от задней панели прибора.
2. Наклоните термометр напряжения модели 1560 с его стороны для доступа к задней панели последнего модуля. Если в двух верхних отверстиях присутствуют винты, снимите их. Эти отверстия необходимы для подключения нового модуля к задней панели с помощью винтов. Снимите крышку разъема шины для доступа внутрь.
3. Присоедините новый модуль к задней панели последнего установленного модуля. **Убедитесь, что разъемы шины надежно сопряжены и установленные по одной прямой, а контакты вставлены в пустые отверстия.** Модули необходимо сжать таким образом, чтобы они находились напротив друг друга.
4. Установите два длинных (3½ дюйма) винта в нижние отверстия нового модуля для прикрепления нового модуля к модулю, находящемуся впереди. Поместите крышку разъема шины на ранее установленный модуль.

Если модуль подсоединен правильно, он будет автоматически распознан термометром напряжения модели 1560 после его включения. Обратите внимание на результаты самотестирования, отображающиеся на экране сразу после включения прибора. Убедитесь, что модуль распознан и протестирован без проблем (см. раздел 4.3). На экране должно быть отображено верное количество присоединенных модулей. Если модуль не распознан или тест завершается ошибкой, отключите питание прибора, отсоедините модуль и повторно присоедините его, убедившись, что соединения шины прочны.

Прибор модели 1560 готов к работе с дополнительными каналами и функциями, обеспечиваемыми новым модулем. Если новый модуль обладает возможностями измерения, при выборе в списке входных каналов появятся новые каналы (см. разделы 5.1.2 и 5.1.3). Если новый модуль обеспечивает функцию вывода данных, в списке при программировании выходных каналов появятся новые каналы (см. раздел 5.3.2). Если новый модуль обеспечивает интерфейс принтера, в списках печатных устройств при выборе параметров вывода на печать появится новое устройство (см. разделы 5.3.3 и 5.3.4). Если новый модуль обеспечивает функционирование портов связи, они будут немедленно использованы для связи и дистанционного управления с прибора модели 1560. Устройства, содержащие новый модуль, отобразятся в списке для установки параметров устройств (Раздел 5.4.2), а новый модуль появится в списке модулей в информационном окне системы (Раздел 5.5.4).

Примечание

Перед тем, как производить измерения после установки нового модуля, убедитесь в выборе соответствующего типа пересчета температуры, введите коэффициенты определения характеристик датчика для каждого используемого входного канала. При невыполнении этой рекомендации могут возникнуть неточности в измерениях температуры!

4.2 Источник переменного тока

Прибору модели 1560 необходим источник переменного тока. Для дополнительной информации см. раздел 3.1 «Технические характеристики». Питание автоматически корректируется сетевым напряжением. Прибор модели 1560 может потреблять ток до 0,5 А.

Кабель питания переменного тока подключен к прибору модели 1560 через разъем, расположенный на задней панели второго отдела блока управления. Переключатель питания также расположен на задней панели второй секции.

4.3 Включение самотестирования

При подключенном питании прибор модели 1560 производит самотестирование — проверяет все компоненты системы, включая модульную шину и все модули. Состояние каждого компонента отображается на экране. В случае, если возникла ошибка шины или модуля, это может быть вызвано ненадлежащим соединением. Отключите питание, проверьте соединения между модулями, снимите модули и повторно присоедините их, если необходимо. Если модули были сняты и повторно присоединены, на экране может появиться предупреждение. Обратите внимание на то, что расположение модулей изменилось и все параметры датчика необходимо проверить.



4.4 Настройка контрастности дисплея

Когда прибор модели 1560 запускается впервые, экран может стать тусклым, темным или бесцветным, если контрастность экрана не отрегулирована надлежащим образом. Используйте ◀▶ клавиши, расположенные внизу на левой стороне передней панели, для настройки контрастности. По мере работы прибора модели 1560 может понадобиться дальнейшая регулировка контрастности.

4.5 Проведение измерений

Процедура конфигурирования прибора модели 1560 для проведения измерений с отдельного входного канала включает несколько простых шагов. Это выбор входного канала, установка типа пересчета и коэффициентов определения характеристик датчика и запуск измерения. Значение этих шагов проясняется ниже.

4.5.1 Выбор входных каналов

Входные каналы выбираются по номеру при нажатии программной клавиши «**PRIM CHAN**» (Главный канал) в меню «**INPUT**» (см. раздел 5.1.2). Канал выбирается из отображаемого в окне списка всех доступных входных каналов. Каждый канал в списке можно распознать по названию устройства, номеру канала и серийному номеру датчика. Выбор канала производится с помощью клавиш   для перемещения курсора к необходимому каналу и нажатия клавиши «**ENTER**».

SELECT THE PRIMARY CHANNEL	
>SPRT 01, PROBE 566-011	
SPRT 02, PROBE 566-012	
TCS 03, PROBE 1341	
TCS 04, PROBE 1342	
TCS 05, PROBE 1343	
TCS 06, PROBE 1344	↓

Примечание

Номера присваиваются входным каналам в зависимости от их физического расположения. Они не отмечены на модулях, пока не изменится расположение, зависящее от того, как прикреплены модули. Номера каналов присваиваются по очереди, начиная с № 1, слева направо, от первого к последнему. Крайний слева канал на первом модуле — это канал № 1, следующий канал справа от него — канал № 2, и так далее. Последовательность продолжается при переходе на другой модуль с использованием того же способа (см. рисунок 7). Номера выходных каналов присваиваются по такой же схеме.

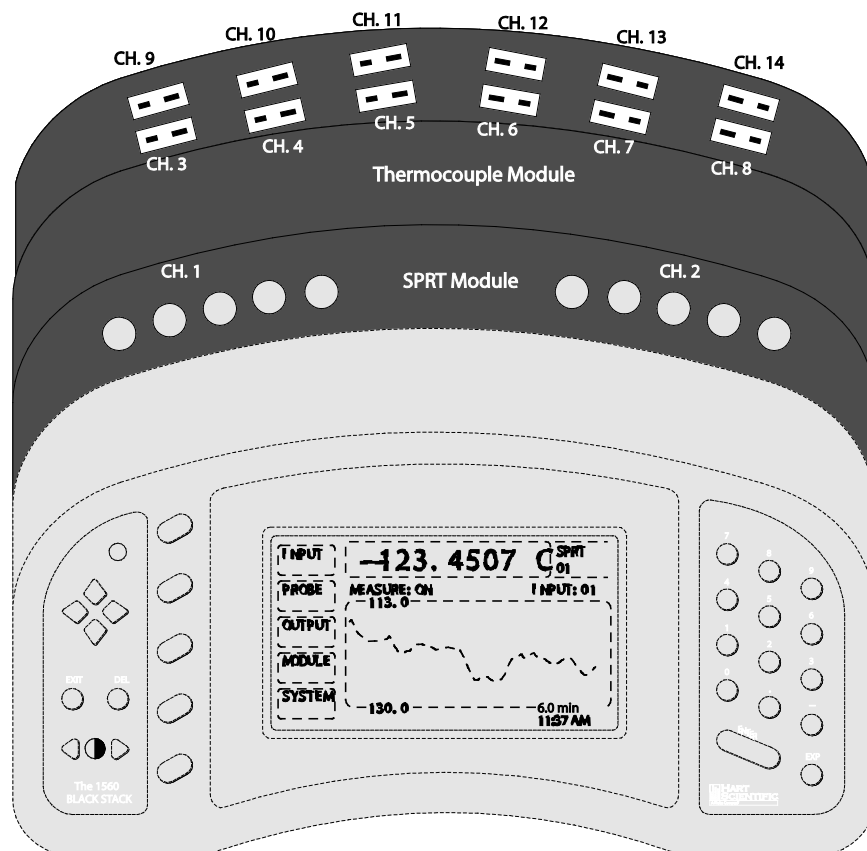


Рисунок 7. Нумерация каналов

4.5.2 Выбор характеристик датчика



Перед тем, как прибор модели 1560 будет производить точные измерения температуры, ему необходимо получить функцию вычисления температуры по сопротивлению или напряжению датчика. У прибора множество доступных алгоритмов пересчета температуры, и использование одного из них зависит от вида датчика и его калибровки. Многие алгоритмы пересчета используют коэффициенты, характеризующие датчик. Коэффициенты устанавливаются, когда датчик проходит калибровку. Датчики SPRT (эталонный платиновый терморезистор) и RTD (датчик температурного сопротивления) обычно используют алгоритмы ITS-90 и имеют коэффициенты определения характеристик ITS-90. Терморезисторы часто используют алгоритмы и коэффициенты Стейнхарта–Харта. Термопары используют таблицы стандартов или уравнений, в зависимости от их типа.

Тип пересчета и коэффициенты определения характеристик датчика можно указать, используя клавишу «**ИЗМЕНИТЬ ДАТЧИК**» в меню «**PROBE (ТИП ДАТЧИКА)**» (см. раздел 5.2.1). Сначала выберите канал, к которому подключен датчик. Появится окно, отображающее список всех доступных каналов. Каждый канал в списке можно распознать по названию устройства, номеру канала и серийному номеру. Выберите необходимый канал с помощью клавиш **▲ ▼**, затем нажмите «**ENTER**».

```

SELECT A CHANNEL TO EDIT
-----
>SPRT 01, PROBE 566-011
  SPRT 02, PROBE 566-012
  TCS  03, PROBE 1341
  TCS  04, PROBE 1342
  TCS  05, PROBE 1343
  TCS  06, PROBE 1344

```

Далее выберите тип пересчета и введите коэффициенты определения характеристик, если это необходимо. Перейти к любому параметру в окне можно с помощью клавиш  . После изменения значения выбранных параметров нажмите клавишу «ENTER», чтобы новое значение было сохранено.





```

EDIT SPRT 01
-----
PROBE SER#: 566-011
CONVERSION: ITS-90
LO RANGE: 4
HI RANGE: 7
R[273]: 25.546738
A[4]: -1.5763669E-4

```

Нажмите дважды клавишу «EXIT»(выход), чтобы вернуться в меню программных клавиш. Введенные коэффициенты можно проверить, используя функцию программной клавиши «TEST CONV»(см. раздел 5.2.3), чтобы сравнить измеренные температуры с ожидаемым значением из отчета о калибровке.

4.5.3 Измерение с одного канала

Прибор модели 1560 можно настроить для постоянного получения измерений с одного канала. Для этого на главный канал необходимо установить режим сканирования и включить измерительный режим. Режим сканирования запускается с помощью функции программной клавиши «SCAN MODE» в меню «INPUT»(см. раздел 5.1.4). Используйте клавиши   для установки «SCAN MODE»(Режим сканирования) на «PRIM CHAN»(Главный канал) и нажмите «ENTER». Нажмите «EXIT» (Выход), чтобы вернуться в меню. Режим измерения запускается с помощью функции программной клавиши «MEAS»(Измерение) в меню «INPUT»(см. раздел 5.1.1). Используйте клавиши   для установки функции «MEASURE»(Измерение) на «ВКЛЮЧЕНО» и нажмите «ENTER». Нажмите «EXIT» (Выход), чтобы вернуться в меню. См. раздел 4.5.1, «Выбор входных каналов», сведения об установке главного канала.

4.5.4 Сканирование каналов

Прибор модели 1560 можно настроить на получение измерений поочередно с нескольких каналов. Для этого в режиме сканирования необходимо запустить сканирование и включить измерительный режим. Режим сканирования запускается с помощью функции программной клавиши **«SCAN MODE»** в меню **«INPUT»** (см. раздел 5.1.4). Используйте клавиши, чтобы установить **«SCAN MODE»** (Режим сканирования) на **«SCAN CHAN»** (Сканировать канал) и нажмите **«ENTER»**. Нажмите **«EXIT»** (Выход), чтобы вернуться в меню. Режим измерения запускается с помощью функции программной клавиши **«MEAS»** (Измерение) в меню **«INPUT»** (см. раздел 5.1.1). Используйте клавиши для установки функции **«MEASURE»** (Измерение) на **«ВКЛЮЧЕНО»** и нажмите **«ENTER»**. Нажмите **«EXIT»** (Выход), чтобы вернуться в меню. На приборе модели 1560 будут сканироваться только подключенные каналы. Каналы можно подключить или отключить с помощью функции программной клавиши **«SCAN CHAN»** (Сканировать канал) в меню **«INPUT»** (см. раздел 5.1.3).

4.5.5 Отображение результатов измерений

Каждое запущенное измерение отображается в главном окне измерения наверху экрана и содержит номер входного канала. Пространство в центре экрана ниже главного окна измерения может использоваться для отображения результатов измерений в различных форматах. Для графического отображения измерений выберите меню **«OUTPUT»**, подменю **«DISP WINDOW»** (Отображение окна) и функцию **«GRAPH WINDOW»** (Окно графиков) (см. раздел 5.3.3). Для отображения нескольких линий выбранных данных выберите функцию **«STAT WINDOW»** (Окно статистики) в подменю **«DISP WINDOW»** (см. раздел 5.3.1). Тип данных может быть выбран с помощью функции **«SET FIELDS»** (Окно прокрутки) (Раздел 5.3.2). Для отображения списка последних измерений выберите функцию **«SCROLL WINDOW»** (Прокрутка окна) в подменю **«DISP WINDOW»** (Раздел 5.3.5).

Глава 5

Функции программных клавиш

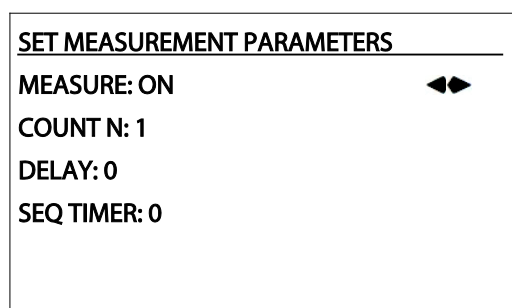
Система меню программных клавиш обеспечивает удобный способ доступа к большому числу функций с помощью всего нескольких клавиш передней панели. Программные клавиши рядом с дисплеем используются для выбора особых функций. Метки напротив клавиш определяют их функции. Так как функций больше, чем программных клавиш, используется структура вложенного меню. В меню программных клавиш взаимосвязанные функции появляются одновременно. Система меню программных клавиш представлена в таблице 2. Функции программных клавиш подробно описаны в следующих разделах, собранных в меню. Клавиша «EXIT» используется для перехода из меню нижнего уровня в главное меню.


5.1 Меню «Input» (Вход)

Меню «INPUT» содержит функции контроля измерительного процесса, выбора входных каналов, устанавливает усреднение измерения. Функции программных клавиш, которые отображаются в этом меню — «MEAS» (ИЗМЕРЕНИЕ), «PRIM CHAN» (ГЛАВНЫЙ КАНАЛ), «SCAN CHAN» (СКАНИРОВАТЬ КАНАЛ), «SCAN MODE» (РЕЖИМ СКАНИРОВАНИЯ) и «AVER» (СРЕДНЕЕ).

5.1.1 Функция «Measure» (Измерение)

Клавиша «MEAS»(ИЗМЕРЕНИЕ) позволяет контролировать измерительные действия. В окне отображаются текущие настройки параметров измерения, которые могут быть изменены.



Параметр «MEASURE» запускает или отключает измерение. Выбрать варианты параметра возможно с помощью кнопок , затем нажмите клавишу «ENTER». Доступные варианты — «ОТКЛЮЧИТЬ», «ВКЛЮЧИТЬ» и «COUNT» (ПОДСЧЕТ). При выборе варианта «ВКЛЮЧИТЬ» измерения происходят непрерывно. Если выбран вариант «COUNT», прибор оценивает

количество измерений, заданное параметром «N» варианта «COUNT». Текущее состояние измерения всегда указано на линии сообщений под главным окном измерения (см. раздел 2.2.1.1).

Параметр «N» варианта «COUNT» (1 к 32.767) определяет число измерений, включенных в подсчет перед остановкой функции, когда режим «MEASURE» (Измерение) установлен на вариант «COUNT». Используйте кнопки с цифрами для ввода значения, затем нажмите «ENTER».

Таблица 2. Система меню программных клавиш



INPUT	
MEAS	Установка параметров контроля измерения
PRIM CHAN	Выбор главного входного канала
SCAN CHAN	Выбор входного канала для сканирования
РЕЖИМ СКАНИРОВАНИЯ	Запуск режима сканирования
AVER. (сред.)	Установка входного усреднения
PROBE (ТИП ДАТЧИКА)	
ИЗМЕНИТЬ ДАТЧИК	Изменение параметров датчика для канала
КОПИРОВАТЬ ДАТЧИК	Копирование параметров датчика с одного канала на другой.
TEST CONV	Запуск тестирования температурного пересчета датчика
OUTPUT	
DISP WINDOW	Запуск окна дисплея
STAT WINDOW	Отображение окна статистики
SET FIELDS	Выбор данных для окна статистики
GRAPH WINDOW	Вывод на экран окна графиков
CLEAR GRAPH	Очистка окна графиков
SCROLL WINDOW	Отображение окна прокрутки
OUTPUT CHAN	Выбор данных для выходных каналов
PRINT OUTPUT	Контроль выхода на устройства печати
PRINT MEMORY	Распечатывание данных, хранящихся в памяти
CLEAR STATS (ОЧИСТКА)	Очистка функций статистики
MODULE (МОДУЛЬ)	
НАСТРОЙКА ЭКРАНА	Установка параметров экрана передней панели
НАСТРОЙКА УСТРОЙСТВА	Установка параметров устройства
CAL DEVICE	Проведение калибровки устройства
СВЕДЕНИЯ О МОДУЛЕ	Отображение сведений о модуле
SYSTEM (СИСТЕМА)	
UNITS	Выбор единиц измерения температуры

TIME	Настройка времени и даты
ПАРОЛЬ	Установка блокирующих параметров пароля
СИСТ. ИНФО	Отображение системной информации
SYSTEM RESET	Сброс параметров системы

Параметр «DELAY» (от 0 до 32.767) устанавливает минимальное время задержки между измерениями в секундах. Используйте кнопки с цифрами для ввода значения, затем нажмите «ENTER». Измерения могут длиться дольше, чем указанное время задержки, если необходимо. Значение времени задержки влияет также на ось времени в окне графиков.

Параметр «SEQ TIMER» (от 0 до 10 000) определяет время начала каждой последовательности сканирования. Например, если «SEQ TIMER» установлен на значение 300, последовательность сканирования будет запускаться один раз каждые пять минут. Если значение SEQ-таймера установлено на 0, сканирование будет запускаться непрерывно. Эта функция доступна только при запуске режимов сканирования «SCAN CHAN» (СКАНИРОВАНИЕ КАНАЛОВ) и «SCAN/PRIM» (СКАНИРОВАНИЕ КАНАЛОВ/ГЛАВНЫЙ КАНАЛ). Значение параметра «SEQ TIMER» не принимается во внимание при вычислении шкалы времени на графическом экране. Учитывайте отключение функции усреднения (Раздел 5.1.5) при использовании длительных интервалов измерения.





5.1.2 Функция «Главный канал»

С помощью программной клавиши «PRIM CHAN» (ГЛАВНЫЙ КАНАЛ) возможно выбрать главный входной канал. Канал выбирается из отображаемого в окне списка всех доступных входных каналов. Каждый канал в списке можно распознать по названию устройства, номеру канала и серийному номеру датчика. Выберите канал с помощью клавиш  , затем нажмите клавишу «ENTER».

Выбор главного канала также изменит функцию «РЕЖИМ СКАНИРОВАНИЯ» на функцию «PRIM CHAN» (см. раздел 5.1.4).

SELECT THE PRIMARY CHANNEL	
>SPRT	01, PROBE 566-011
SPRT	02, PROBE 566-012
TCS	03, PROBE 1341
TCS	04, PROBE 1342
TCS	05, PROBE 1343
TCS	06, PROBE 1344

5.1.3 Каналы сканирования

При помощи клавиши «SCAN CHAN» (СКАНИРОВАНИЕ КАНАЛОВ) возможно выбирать каналы для сканирования при режимах измерения «SCAN» (СКАНИРОВАНИЕ) и «SCAN/PRIM» (СКАНИРОВАНИЕ КАНАЛОВ/ГЛАВНЫЙ КАНАЛ). В окне будет отображен список всех каналов и состояние ВКЛ/ВЫКЛ для каждого из них. Только данные с каналов, состояние которых установлено на ВКЛ, будут измерены, когда функция «РЕЖИМ СКАНИРОВАНИЯ» установлена на «SCAN» (СКАНИРОВАНИЕ) или «SCAN/PRIM» (СКАНИРОВАНИЕ КАНАЛОВ/ГЛАВНЫЙ КАНАЛ). Каждый канал в списке можно определить по названию устройства и номеру канала. Список можно прокрутить, используя кнопки  . Выбранный канал может быть включен или выключен при использовании кнопок  . Для этого необязательно нажимать клавишу «ENTER». Нажмите клавишу «EXIT» для выхода.

Выбор каналов для сканирования также установит функцию «РЕЖИМ СКАНИРОВАНИЯ» на функцию «SCAN CHAN» (СКАНИРОВАНИЕ КАНАЛОВ).

5.1.4 Функция «Режим сканирования»



Клавиша «**РЕЖИМ СКАНИРОВАНИЯ**» используется для установки режима сканирования входных каналов. Доступные параметры для РЕЖИМА СКАНИРОВАНИЯ следующие:

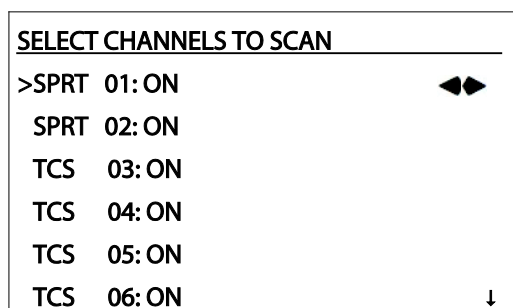
«PRIM CHAN» (ГЛАВНЫЙ КАНАЛ) — данные об измерениях поступают только с главного канала. Канал можно выбрать с помощью программной клавиши «**PRIM CHAN**»(ГЛАВНЫЙ КАНАЛ), как указано выше в разделе 5.1.2.

«SCAN CHAN» (СКАНИРОВАНИЕ КАНАЛОВ) — данные об измерениях последовательно поступают с выбранных каналов сканирования. Каналы выбираются с помощью программной клавиши «**SCAN CHAN**»(СКАНИРОВАНИЕ КАНАЛОВ), как указано выше в разделе 5.1.3.

«SCAN/PRIM» (СКАНИРОВАНИЕ КАНАЛОВ/ГЛАВНЫЙ КАНАЛ) — данные об измерениях поступают с выбранных каналов, перемежаясь с данными главного канала. Каналы сканирования выбираются с помощью программной клавиши «**SCAN CHAN**»(СКАНИРОВАНИЕ КАНАЛОВ), как указано выше в разделе 5.1.3. Главный канал можно выбрать с помощью программной клавиши «**PRIM CHAN**»(ГЛАВНЫЙ КАНАЛ), как указано выше в разделе 5.1.2.

Выберите главный канал и задействованные каналы сканирования, перед тем как устанавливать режим сканирования для одного из этих параметров.

Режим сканирования запускается с помощью кнопок   и нажатия клавиши «ENTER».

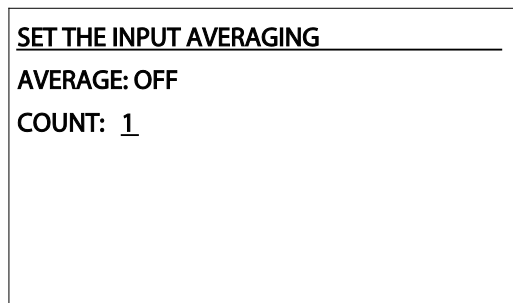


5.1.5 Функция усреднения

Клавиша «**AVER**»(СРЕД.) необходима для установки входного усреднения. Этот фильтр скользящего среднего значения необходим для достижения плавных изменений в измерениях и улучшения разрешения.

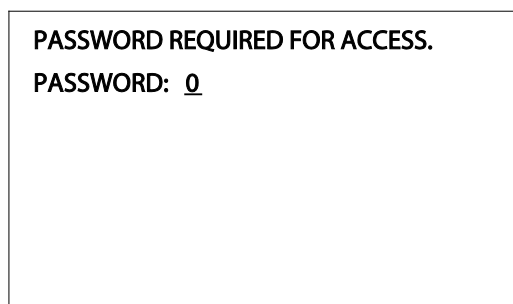
Параметр «**AVERAGE**» (СРЕДНЕЕ) определяет, когда усреднение отключено (ВЫКЛ) или включено (ВКЛ). Используйте кнопки ◀▶ для выбора режима ВКЛ или ВЫКЛ параметра «**AVERAGE**» и нажмите клавишу «**ENTER**».

Параметр «**COUNT**» определяет количество непосредственных измерений, значения которых были усреднены для вывода отображаемого измерения. Диапазон: от 1 до 10. Используйте кнопки с цифрами для ввода значения параметра «**COUNT**» и нажмите «**ENTER**».





5.2 Меню датчика

Меню «**PROBE**» (Меню ДАТЧИКА) содержит функции для выбора типа температурной конверсии и установки коэффициентов определения характеристик для входных каналов. Функции программных клавиш, которые отображаются в этом меню — «**ИЗМЕНИТЬ ДАТЧИК**», «**КОПИРОВАТЬ ДАТЧИК**» и «**TEST CONV**». Если параметр пароля ДАТЧИКА ВКЛЮЧЕН, для доступа к этим функциям необходимо ввести верный пароль (см. раздел 5.5.3). Используйте кнопки с цифрами, затем нажмите клавишу «**ENTER**» для ввода четырехзначного числового пароля. Если введен верный пароль, отобразится меню «**PROBE**»(Меню ДАТЧИКА).



5.2.1 Функция «Изменить датчик»

Программная клавиша «ИЗМЕНИТЬ ДАТЧИК» позволяет вводить коэффициенты определения характеристик и другие параметры датчика для вычисления температуры. Прежде всего, выберите входной канал. Отобразится окно, содержащее список входных каналов. Каждый канал в списке можно опознать по названию устройства, номеру канала и серийному номеру датчика. Выберите канал с помощью кнопок  , затем нажмите клавишу «ENTER».

```

SELECT A CHANNEL TO EDIT
-----
>SPRT 01, PROBE 566-011
  SPRT 02, PROBE 566-012
    TCS 03, PROBE 1341
    TCS 04, PROBE 1342
    TCS 05, PROBE 1343
    TCS 06, PROBE 1344

```

После выбора канала отобразится новое окно, с помощью которого можно изменить параметры датчика для выбранного канала. Параметры датчика включают серийный номер, тип конверсии, коэффициенты определения характеристик и параметров. Доступные коэффициенты могут изменяться в зависимости от выбранного типа конверсии.

```

EDIT SPRT 01
-----
PROBE SER#: 566-011
CONVERSION: ITS-90
LO RANGE: 4
HI RANGE: 7
RTPW: 25.546738
A[4]: -1.5763669E-4



```

Параметр «PROBE SER#» обозначает серийный номер датчика. Серийный номер содержит последовательность, содержащую до восьми символов (числовых, буквенных, знаков минус и десятичной точки). Используйте необходимые кнопки с цифрами для введения чисел. Буквенные символы вводятся с помощью нажатия кнопки «EXP». Несколько раз нажмите на кнопку, пока не отобразится необходимая буква.

Параметр ПЕРЕСЧЕТА определяет тип пересчета. Полный список возможных типов пересчета приведен в таблице 3. Типы пересчета, доступные для заданного канала, зависят от типа входа, как указано в таблице. Преобразования и связанные с ними коэффициенты и параметры приведены в следующих пунктах.

Таблица 3. Типы пересчета

Тип датч.	Параметры пересчета
SPRT (эталонный платиновый терморезистор), PRT (платиновый терморезистор) и RTD (датчик температурного сопротивления)	R (Ω)
	ITS-90 (по умолчанию)
	W(T90)
	IPTS-68
	CVD
	ПОЛИНОМ
Термистор	R (Ω)
	THRM T(R)
	THRM R(T) (по умолчанию)
	ПОЛИНОМ
Модуль 2564 также включает	ITS-90
	W(T90)
	IPTS-68
	CVD
Термопара	V
	TC-B
	TC-E
	TC-J
	TC-K (по умолчанию)
	TC-N
	TC-R
	TC-S
	TC-T
	TC-AU/PT
	TC-TABLE
	TC-POLY
Другое	ОТСУТСТВУЕТ (по умолчанию)
	ПОЛИНОМ

Перейти к любому параметру в окне можно с помощью кнопок  . После завершения ввода значения параметра необходимо нажать клавишу «ENTER». Чтобы покинуть окно, нажмите клавишу «EXIT». После выхода из окна изменения параметров повторно появится экран «SELECT A CHANNEL TO EDIT»(ВЫБЕРИТЕ КАНАЛ ДЛЯ ИЗМЕНЕНИЯ). Можно выбрать другой канал для изменения или нажать клавишу «EXIT» для возвращения в меню программных клавиш.

5.2.1.1 Пересчет R(Ω)

```

EDIT SPRT 01
PROBE SER#: 1
CONVERSION: R(Ω)

```

Пересчет R(Ω) отображает результаты измерения в виде сопротивления в Ом, а не в виде температуры.

5.2.1.2 Пересчет ITS-90

```

EDIT SPRT 01
PROBE SER#: 1
CONVERSION: ITS-90
LO RG: 4, 83k - 273k
HI RG: 7, 273k - 933k
RTPW: 25.546738
A[4]: -1.5763669E-4

```

При пересчете ITS-90 сопротивление переводится в температуру, согласно характеристикам ITS-90 для терморезисторов SPRT. Большинство терморезисторов PRT и SPRT характеризуются по международной температурной шкале 1990 года (ITS-90). Для получения более подробной информации об ITS-90 см. Техническую записку 1265 НИСТ, *Указания по использованию международной температурной шкалы 1990 года*. Заданные пользователем параметры для пересчета ITS-90 включают два субдиапазона (LO RG и HI RG), тройную точку устойчивости к воздействию воды (RTPW), различные коэффициенты, функции отклонения ITS-90, которые применимы к выбранным субдиапазонам. Если для ПЕРЕСЧЕТА выбрана ITS-90, необходимо выбрать один или два субдиапазона, а затем ввести коэффициенты для них. Возможно выбрать одновременно субдиапазоны низкой и высокой температуры. При температурах, где высокий и низкий диапазон совмещаются, низкий диапазон имеет приоритет. В случае, если датчик калиброван только для одного диапазона, установите неиспользуемый высокий или низкий диапазон на параметр ОТСУТСТВУЕТ. Если оба субдиапазона указаны как ОТСУТСТВУЮЩИЕ, температура будет вычисляться согласно основной функции ITS-90. Когда используемый диапазон установлен на значение 6 (от 273,15 до 1234,93 K), не требуется вводить значение для W (933,473 K). Это значение рассчитывается автоматически на основании коэффициентов a_6 , b_6 и c_6 .

5.2.1.3 Пересчет W (T₉₀)

```

EDIT SPRT 01
PROBE SER#: 1
CONVERSION: W(T90)
RTPW: 25.412294
    
```

Пересчет W (T₉₀) отображает данные об измерениях в значениях ITS-90 W (T₉₀), а не в значениях температуры. Единственный параметр, определяемый пользователем для пересчета W (T₉₀) — тройная точка устойчивости к воздействию воды (RTPW).

5.2.1.4 Пересчет IPTS-68

```

EDIT SPRT 01
PROBE SER#: 1
CONVERSION: IPTS-68
SCALE: IPTS-68
R0: 100.00845
ALPHA: 0.00391648
DELTA: 1.4872
    
```

Пересчет IPTS-68 вычисляет температуру согласно характеристикам IPTS-68. Для температур ниже нуля может быть реализован только субдиапазон 4. Параметры, задаваемые пользователем для пересчета IPTS-68 — это R0 (R₀), ALPHA α, DELTA (δ), A[4] (A₄), C[4], (C₄) и SCALE (ШКАЛА). Параметр SCALE (ШКАЛА) определяет, согласовываются ли температуры с IPTS-68 или с ITS-90.

5.2.1.5 Пересчет Каллендара–Ван Дьюзена

Для пересчета Каллендара–Ван Дьюзена используются следующие уравнения:

```

EDIT SPRT 01
PROBE SER#: 1
CONVERSION: CVD
R0: 100.0
ALPHA: 0.00385
DELTA: 1.507
BETA: 0.111
    
```

$$r(t[^\circ\text{C}]) = \left\{ \begin{array}{l} R_0 \left\{ 1 + \alpha \left[t - \delta \frac{t}{100} \left(\frac{t}{100} - 1 \right) \right] \right\} \quad t \geq 0 \\ R_0 \left\{ 1 + \alpha \left[t - \delta \frac{t}{100} \left(\frac{t}{100} - 1 \right) - \beta \left(\frac{t}{100} - 1 \right) \left(\frac{t}{100} \right)^3 \right] \right\} \quad t \leq 0 \end{array} \right\}$$

Параметры, задаваемые пользователем для пересчета по уравнению Каллендара–Ван Дьюзена: R_0 (R_0), ALPHA (α), DELTA (δ) и BETA (β). Значения этих параметров по умолчанию — R_0 : 100,0, ALPHA : 0,00385055, DELTA : 1,4998, BETA : 0,109, что соответствует типам RTD (датчиков температурного сопротивления) DIN-43760 или IEC-751.

Некоторые датчики могут быть снабжены коэффициентами A , B или C для уравнения Каллендара–Ван Дьюзена в следующих формах:

$$r(t[^\circ\text{C}]) = \left\{ \begin{array}{l} R_0(1 + At + B^2) \quad t \geq 0 \\ R_0[1 + At + Bt^2 + C(t-100)t^3] \quad t \leq 0 \end{array} \right\}$$

Коэффициенты A , B и C могут быть переведены в коэффициенты α , δ и β , используемые в следующих формулах:

$$\alpha = A + 100B \quad \delta = -\frac{100}{\frac{A}{100B} + 1} \quad \beta = -\frac{10^8 C}{A + 100B}$$

5.2.1.6 Полиномиальный пересчет RTD (датчика температурного сопротивления)

```

EDIT SPRT 01
PROBE SER#: 1
CONVERSION: POLYNOMIAL
A[0]: -35.540960
A[1]: 0.36568108
A[2]: -1.884784E-4
A[3]: 7.26691E-6
↓

```

Для полиномиального пересчета RTD используются следующие уравнения:

$$t(r)[^\circ\text{C}] = \sum_{i=0}^{10} a_i r^i$$

Параметры, задаваемые пользователем для полиномиального пересчета — от $A[0]$ (a_0) до $A[10]$ (a_{10}). Неиспользуемые коэффициенты необходимо установить на 0.

5.2.1.7 Пересчет показаний терморезистора T(R).

```

EDIT STHR 01
PROBE SER#: 1
CONVERSION: THRM-T(R)
A[0]: -35.540960
A[1]: 0.36568108
A[2]: -1.884784E-4
A[3]: 7.26691E-6
    
```

Для пересчета показаний терморезистора T(R) используется следующее уравнение Стейнхарта–Харта:

$$T(r)[K] = [A_0 + A_1 Inr + A_2 In^2 r + A_3 In^3 r]^{-1}$$

Параметры, задаваемые пользователем для пересчета показаний терморезистора T(R) — от A[0] (a₀) до A[3] (a₃). Если значение A₂ не используется, как в случае с некоторыми калибровками, значение A[2] должно быть установлено на 0,0.

5.2.1.8 Пересчет показаний терморезистора R(T).

```

EDIT STHR 01
PROBE SER#: 1
CONVERSION: THRM-R(T)
B[0]: -35.540960
B[1]: 0.36568108
B[2]: -1.884784E-4
B[3]: 7.26691E-6
    
```

Для пересчета показаний терморезистора R(T) используется следующее уравнение Стейнхарта–Харта:

$$r(T[K]) = \exp[B_0 + B_1 T^{-1} + B_2 T^{-2} + B_3 T^{-3}]$$

Параметры, задаваемые пользователем для пересчета показаний терморезистора R(T) — от B[0] (B₀) до B[3] (B₃). Если значение B₂ не используется, как в случае с некоторыми калибровками, значение B[2] должно быть установлено на 0,0.

5.2.1.9 Пересчет показаний термопары в вольты

```
CHANNEL: TCS 3
PROBE SER#: 1
CONVERSION: V
```

При переводе в вольты показания термопар отображают данные об измерениях в вольтах, а не температуру.

Значение напряжения не компенсируется значением CJC (компенсации колебаний температуры холодного спая).

Примечание

При выборе вольт как типа единиц пересчета для термопар компенсация колебаний температуры холодного спая недоступна. Отображаемое и измеряемое значение — это некомпенсированное напряжение, измеренное на входном разъеме модуля.

5.2.1.10 Стандартный пересчет показаний термопар

```
EDIT TCS 03
PROBE SER#: 1
CONVERSION: TC-K
CJC: INTERNAL
CJC TEMP: 0.0
CAL PTS: 3
T1: 500.0 ↓
```

Примечание

Указания по применению для использования вольфраморениевых и других видов термопар можно найти на сайте www.hartscientific.com.

Стандартный пересчет показаний термопар включает типы В, Е, J, К, N, R, S, Т и термопары из платинистого золота (AU/PT). Напряжение переводится в температуру с использованием стандартных опорных функций. (Дополнительные сведения см. в монографии НИСТ 175.)

Пересчет показаний термопар из платинистого золота использует полином девятого порядка со следующими коэффициентами:

$$c_0 = 0,0$$

$$c_1 = 6,03619861$$

$$c_2 = 1,93672974 \times 10^{-2}$$

$$c_3 = -2,22998614 \times 10^{-5}$$

$$c_4 = 3,28711859 \times 10^{-8}$$

$$c_5 = -4,24206193 \times 10^{-11}$$

$$c_6 = 4,56927038 \times 10^{-14}$$

$$c_7 = -3,39430259 \times 10^{-17}$$

$$c_8 = 1,42981590 \times 10^{-20}$$

$$c_9 = -2,51672787 \times 10^{-24}$$

Можно определить внутреннюю или внешнюю компенсацию колебаний температуры холодного спая (CJC) с помощью параметра CJC. В случае, если CJC определена как внутренняя, значение «CJC TEMP» будет считано с выхода термопары и автоматически обновится; нет необходимости устанавливать это значение. В случае внешней CJC используется компенсация холодного спая при известной постоянной температуре, и значение постоянной температуры используется для вычисления абсолютной температуры термопары. Параметр «CJC TEMP» требуется установить в градусах С к внешней эталонной температуре. В случае, если CJC определена как внутренняя, параметр «CJC TEMP» не учитывается.

Пересчеты для каждого из типов термопар согласуются с дополнительными данными калибровки. Дополнительная калибровка используется для повышения точности измерений. Параметр «CAL PTS» указывает количество точек калибровки, до трех. T_n — это температура в точке калибровки. ADJ_n — отклонение температуры от опорной функции в точке калибровки. Измерение температуры может быть отрегулировано с помощью значения этого отклонения при измерении на такой же температуре. Для измерений между точками калибровки используется полиномиальная функция интерполяции. Если данные калибровки недоступны или не используются, все параметры ADJ_n необходимо установить на 0,0. После этого температура будет вычисляться по стандартным опорным функциям.

Некоторые пересчеты показаний термопар (типов R, S и термопар из платинистого золота) также согласуются с полиномиальными коэффициентами калибровки. Это вызывает зависящее от температуры регулирование напряжения соответственно полиномиальной функции:

$$\Delta E(t_s [^{\circ}C]) [\mu V] = \Delta c_1 t_s - \Delta c_2 t_s^2$$

Для установки значений Δc_1 и Δc_2 используются параметры датчиков DC1 и DC2 соответственно. Если коэффициенты калибровки недоступны или используется только стандартная опорная функция, параметры датчиков DC1 и DC2 необходимо установить на 0,0. Если используются эти коэффициенты, параметры ADJ_n, описанные выше, необходимо установить на 0.

5.2.1.11 Пересчет показаний термопары по таблице

```

EDIT TCS 03
PROBE SER#: 1
CONVERSION: TC-TABLE
CJC: INTERNAL
CJC TEMP: 0.0
TABLE PTS: 10
T1(C): -200.0

```

С помощью пересчета показаний термопары по таблице можно вычислить температуру с помощью интерполирования из таблицы. Введите значения температуры (в градусах °C) и напряжения (в В) из опорной таблицы или таблицы калибровки для пунктов от одного до десяти. Число пунктов определено с помощью функции «TABLE PTS». Для вычисления температуры сделана полиномиальная интерполяция, с использованием до четырех пунктов таблицы, ближайших к заданной температуре или напряжению. Нулевая точка (0 В в 0 °C) включается в таблицу автоматически, определена или она точно или нет.

5.2.1.12 Полиномиальный пересчет показаний термопары

```

EDIT TCS 03
PROBE SER#: 1
CONVERSION: TC-POLY
CJC: INTERNAL
C0: 0.0
CJC TEMP: 0.0
C1: 0.038562

```

Примечание

Указания по применению для использования вольфраморениевых и других видов термопар можно найти на сайте www.hartscientific.com.

Для полиномиального пересчета показаний термопары используется следующее уравнение:



$$E(t[^\circ\text{C}])[\mu\text{V}] = \sum_{i=1}^{15} c_i t^i$$

Примечание

Значение EMF (E) в верхнем уравнении дано в микровольтах. Если в уравнении калибровки для коэффициентов датчика используется значение в милливольтках, каждый коэффициент необходимо умножить на 1000 перед вводом коэффициентов в прибор.

Параметры, определяемые пользователем для полиномиального пересчета — коэффициенты от C0 (C₀) до C15 (C₁₅). Пользователь может задать внутреннюю или внешнюю компенсацию колебаний температуры холодного спая (CJC). Если выбрана внешняя CJC, пользователю необходимо ввести температуру опорной CJC. Датчики DC1 и DC2 доступны только тогда, когда используется тип R.



5.2.2 Функция «Копировать датчик»

Программная клавиша **«КОПИРОВАТЬ ДАТЧИК»** используется для копирования целого набора параметров датчика с одного входного канала на другой. Параметры копируются в два этапа — выбор исходного канала, затем выбор целевого канала. На экране отобразится окно, запрашивающее выбор исходного канала. Каждый канал в списке можно опознать по названию устройства, номеру канала и серийному номеру датчика. Список включает два канала **«USER»** (ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ), которые используются для временного хранения данных. Выберите исходный канал с помощью кнопок  , затем нажмите клавишу **«Enter»**.

```

SELECT THE CHANNEL TO COPY FROM
-----
>SPRT 01, PROBE 566-011
  SPRT 02, PROBE 566-012
  TCS  03, PROBE 1341
  TCS  04, PROBE 1342
  TCS  05, PROBE 1343
  TCS  06, PROBE 1344

```

После выбора исходного канала отобразится окно с запросом о выборе канала назначения. Выберите целевой канал с помощью кнопок  , затем нажмите клавишу **«Enter»**.

```

SELECT THE CHANNEL TO COPY TO
-----
>SPRT 01, PROBE 566-011
  SPRT 02, PROBE 566-012
  TCS  03, PROBE 1341
  TCS  04, PROBE 1342
  TCS  05, PROBE 1343
  TCS  06, PROBE 1344

```

После выбора целевого канала отобразится окно с запросом подтверждения действия. Нажмите **«ENTER»**, чтобы приступить к копированию параметров, или **«EXIT»** для отмены действия. Если клавиша **«ENTER»** нажата, параметры датчика будут скопированы из исходного канала на целевой.

```
PARAMETERS FOR SPRT 01 WILL BE
OVERWRITTEN.
PRESS ENTER TO PROCEED OR
PRESS EXIT TO CANCEL.
```

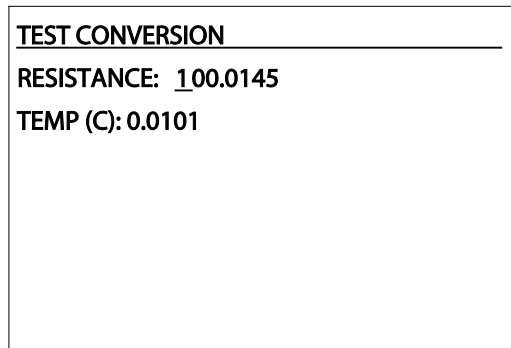
В случае, если типы исходного и целевого канала несовместимы (например, канал PRT и канал TC), отобразится сообщение, отмечающее, что входные типы каналов несовместимы и копирование не состоялось. Каналы пользователя используются для временного хранения информации с любого типа каналов.

5.2.3 Функция «Тестовый пересчет»

Программная клавиша «**TEST CONV**» позволяет тестировать алгоритм определения характеристик датчика и коэффициенты определения характеристик для отдельного датчика. Вначале необходимо выбрать номер канала датчика. На экране отобразится окно с запросом о выборе входного канала. Каждый канал в списке можно опознать по названию устройства, номеру канала и серийному номеру датчика. Выберите канал с помощью клавиш **▲▼**, затем нажмите клавишу «**ENTER**».

```
SELECT A PROBE TO TEST
-----
>SPRT 01, PROBE 566-011
  SPRT 02, PROBE 566-012
  TCS  03, PROBE 1341
  TCS  04, PROBE 1342
  TCS  05, PROBE 1343
  TCS  06, PROBE 1344      ↓
```

После того, как датчик выбран, отобразится новое окно, позволяющее протестировать вычисление температуры для датчика. Введите входное значение какого-либо параметра (например, напряжения), и отобразится соответствующее выходное значение (например, температура). Нажмите клавишу «**EXIT**» для выхода.



5.3 Меню «Output» (Выход)

Меню «OUTPUT» отвечает за функции по контролю экрана и вывод данных. Функции программных клавиш, которые отображаются в этом меню — «DISP WINDOW», «OUTPUT CHAN» (ВЫХОДНОЙ КАНАЛ), «PRINT OUTPUT» (ВЫВОД НА ПЕЧАТЬ), «PRINT MEMORY» (РАСПЕЧАТЫВАНИЕ ДАННЫХ, ХРАНЯЩИХСЯ В ПАМЯТИ) и «CLEAR STATS» (ОЧИСТКА СТАТИСТИКИ).

5.3.1 Меню отображения окон

Подменю «DISP WINDOW» выполняет функции по контролю отображения данных на экране передней панели. Функции программных клавиш, которые отображаются в этом меню — «STAT WINDOW» (ОКНО СТАТИСТИКИ), «SET FIELDS», «GRAPH WINDOW» (ОКНО ГРАФИКОВ), «CLEAR GRAPH» (ОЧИСТКА ОКНА ГРАФИКОВ) и «SCROLL WINDOW» (ОКНО ПРОКРУТКИ).

5.3.1.1 Функция «Окно статистики»

Программная клавиша «STAT WINDOW» выбирает окно статистики для выведения на экран. Окно статистики состоит из восьми программируемых строк с данными, как показано ниже. Данные для каждой строки возможно задать с помощью функции «SET FIELDS», описанной ниже.

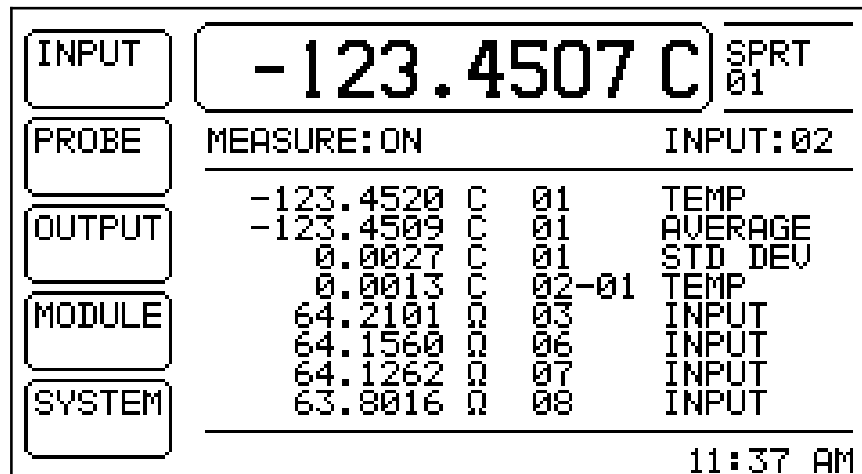


Рисунок 8. Типичный дисплей статистики

5.3.1.2 Функция «Set Fields»

Программная клавиша «**SET FIELDS**» позволяет выбирать данные для каждого из восьми полей данных окна статистики. На экране отображается сообщение, запрашивающее выбор поля для изменения. Необходимо выбрать поле от 1 до 8. Используйте кнопки с цифрами для ввода значения, затем нажмите «**ENTER**».

```

SELECT A DISPLAY FIELD
-----
DISPLAY FIELD: 1

```

Затем на экране отобразится новое окно, запрашивающее выбор данных для заданного поля.

```

SELECT THE DATA FOR FIELD 1
-----
+CHANNEL: 1
-CHANNEL: 0
CALCULATION: TEMP

CHANNEL 0=NONE
CHANNEL 99=ALL

```

Значение «+ CHANNEL» устанавливает настройки входного канала для составляющей прямой последовательности дифференциального исчисления. Значение «-CHANNEL» устанавливает настройки входного канала для составляющей обратной последовательности дифференциального исчисления. Если хотите пропустить эту часть вычислений, введите 0. Введите 99, чтобы применить последнее измерение, независимо от канала. Используйте кнопки с цифрами для ввода значения, затем нажмите «**ENTER**».



Функция «CALCULATION» (ВЫЧИСЛЕНИЕ) определит тип вычисления, результаты которого отображены на экране. Параметры приведены ниже в таблице 4. Выберите способ вычисления с помощью кнопок  , затем нажмите клавишу «**ENTER**».

Таблица 4. Параметры функции «CALCULATION» (ВЫЧИСЛЕНИЕ)

TEMP	Результаты пересчета температуры
INPUT	измерение перед пересчетом
СРЕДНЕЕ	Статистическое среднее значение температуры
Среднеквадратическое отклонение	статистический стандарт отклонения от
MINIMUM (МИНИМУМ)	Статистический минимум температуры
MAXIMUM (МАКСИМУМ)	Статистический максимум температуры
SPREAD	Статистическая зона рассеяния температуры
N	количество выборок

Каждое поле данных отображает результаты особого типа вычислений для входного канала «+ CHANNEL» минус результаты для входного канала «-CHANNEL». Например, обозначим «+CHANNEL» цифрой 2, а «-CHANNEL» цифрой 1 при функции «CALCULATION» (ВЫЧИСЛЕНИЕ), установленной на СРЕДНЕЕ значение. В поле данных отобразится разница значений усреднения: значение усреднения для входного канала 2 минус значение усреднения для входного канала 1. Если значение измерений обоих каналов указано как 0, оно не будет учитываться для этой части вычислений. Например, обозначим «+CHANNEL» цифрой 1, а «-CHANNEL» цифрой 0 при функции «CALCULATION» (ВЫЧИСЛЕНИЕ), установленной на «INPUT». В поле данных отобразится только сопротивление или напряжение для входного канала 1. Если значение измерений обоих каналов равно 0, в поле данных отобразится 0. Данные отображаются вместе с единицами измерения, номером канала или числами для различных вычислений и типам вычисления.

5.3.1.3 Функция «Окно графиков»

Программная клавиша «**GRAPH WINDOW**»(ОКНО ГРАФИКОВ) выбирает тип графика для выведения на экран. Окно графиков отображает кривую измерений в динамике во времени, как показано на рисунке 9. Окно графического типа включает все измерения температуры, независимо от канала. Вертикальная ось образуется автоматически. Шкала времени для графика зависит от параметра «**DELAY**» (ЗАДЕРЖКА) в функции «**MEAS**»(ИЗМЕРЕНИЕ)(см. раздел 5.1.1). Шкала времени, в минутах, в три раза больше параметра «**DELAY**» или 6, смотря по тому, какой больше. Очистка окна графиков происходит с помощью функции «**CLEAR GRAPH**», описанной ниже.

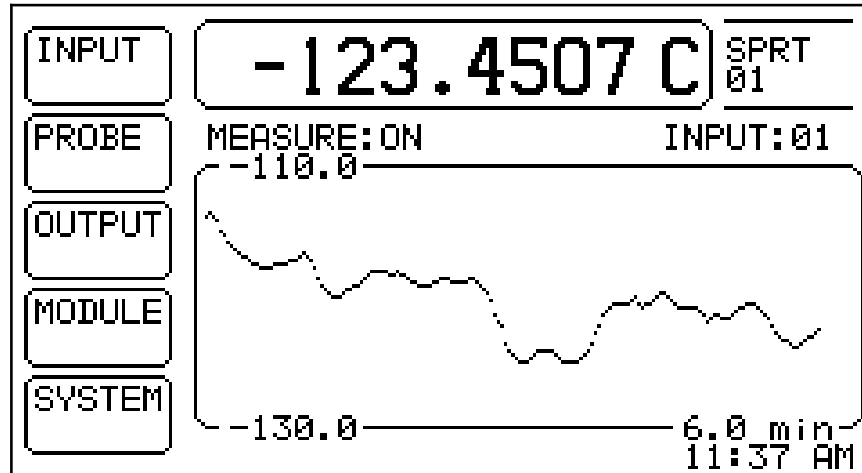


Рисунок. 9. Обычный вид дисплея в режиме окна графика

5.3.1.4 Функция «Clear Graph» (Очистка окна графиков)

Программная клавиша «**CLEAR GRAPH**» очищает окно графиков. Последующие измерения отмечаются на графике начиная с дальнего левого угла окна.

5.3.1.5 Функция «Scrolling Window» (Прокрутка окна)

С помощью программной клавиши «**SCROLL WINDOW**» возможно выбрать тип прокрутки для выведения на экран. Окно прокрутки работает как экран терминала, отображая новые измерения на верхней строке окна и прокручивая данные о предыдущих измерениях строкой ниже, как показано

ниже. Каждая строка показывает данные об одном измерении, включающие номер канала, значение, единицы измерения и значение времени в 24-часовом формате (см. рисунок 10).

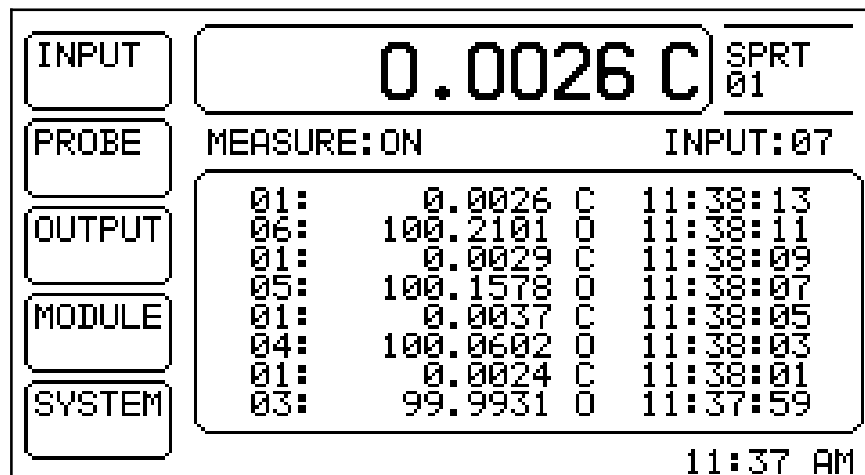
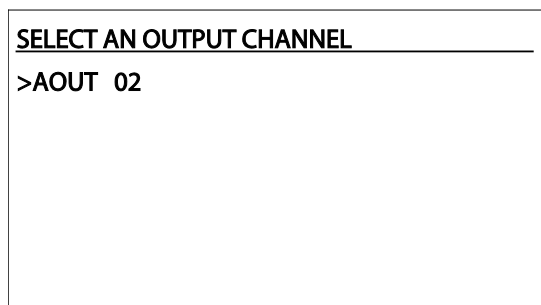


Рисунок 10. Типичный экран прокрутки

5.3.2 Функция «Выходной канал»

С помощью клавиши «**OUTPUT CHAN**» возможно выбрать тип данных, отсылаемых на выходной канал. Вначале отобразится сообщение, запрашивающее выбор выходного канала. Канал выбирается из отображаемого в окне списка выходных каналов. Каждый выходной канал отображается с названием устройства и номером. Выберите канал с помощью клавиш **▲▼**, затем нажмите клавишу «**ENTER**».





После того, как канал выбран, отобразится новое окно, позволяющее выбрать данные.

SELECT THE DATA FOR OUTPUT 01

+CHANNEL: 1
 -CHANNEL: 0
 CALCULATION: TEMP

 CHANNEL 0=NONE
 CHANNEL 99=ALL





Значение «+ CHANNEL» устанавливает настройки входного канала для составляющей прямой последовательности дифференциального исчисления. Значение «-CHANNEL» устанавливает настройки входного канала для составляющей обратной последовательности дифференциального исчисления. Если хотите пропустить эту часть вычислений, введите 0. Введите 99, чтобы применить последнее измерение, независимо от канала. Используйте кнопки с цифрами для ввода значения, затем нажмите «ENTER».

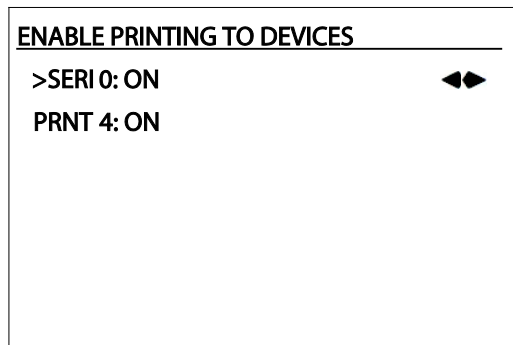
При использовании функции «CALCULATION» (ВЫЧИСЛЕНИЕ) будет определен тип вычисления, результаты которого отображены на экране. Параметры приведены выше в таблице 4. Выберите нужный параметр с помощью кнопок  , затем нажмите клавишу «ENTER».

Значение, отправляемое к выходному каналу, результат особого типа вычисления для входного канала «+ CHANNEL» минус результаты для входного канала «-CHANNEL». Например, обозначим «+CHANNEL» цифрой 2, а «-CHANNEL» цифрой 1 при функции «CALCULATION» (вычисление), установленной на СРЕДНЕЕ значение. Значение будет разностью среднего значения для входного канала 2 и среднего значения для входного канала 1. Если значение измерений обоих каналов указано как 0, оно не будет учитываться для этой части вычислений. Например, обозначим «+CHANNEL» цифрой 1, а «-CHANNEL» цифрой 0 при функции «CALCULATION» (вычисление), установленной на «INPUT». Значение отобразит только сопротивление или напряжение для входного канала 1. Если значение измерений обоих каналов равно 0, данные не будут выведены.

Вычисление и передача данных к любому выходному каналу займет некоторое время, если оба выбранных входных каналов находятся в режиме измерения.


5.3.3 Функция «Вывод данных на печать»

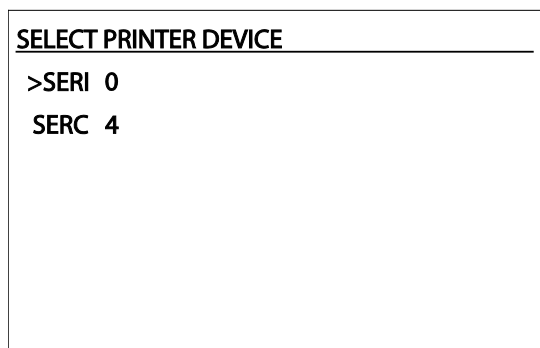
Программная клавиша «**PRINT OUTPUT**» позволяет управлять выводом данных об измерениях на любое выходное печатное устройство. После нажатия клавиши на экране отобразится окно, запрашивающее запуск или остановку печати на любом печатном устройстве. Список можно прокрутить, используя кнопки  . Выбранное печатное устройство может быть включено или выключено с помощью кнопок  . Нажатие клавиши «**ENTER**» не требуется. Нажмите клавишу «**EXIT**» для выхода.



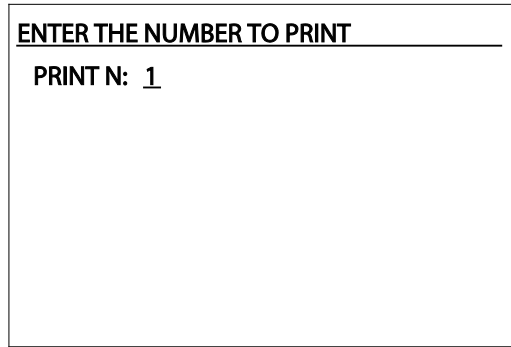
Каждый раз, когда производится новое измерение, и его результаты отображаются на экране в главном выходном окне, они также посылаются на все подключенные печатные устройства. Результаты измерения выводятся на печать с указанием номера канала, значения измерения, приставки, единиц измерения, времени (в 24-часовом формате) и даты.

5.3.4 Функция «Print Memory» (Распечатывание данных, хранящихся в памяти)

Распечатать с любого печатного выходного устройства данные об измерениях, хранящиеся в памяти прибора, можно с помощью клавиши «**PRINT MEMORY**». Возможно распечатать до 1000 данных о последних измерениях. (Вместимость памяти прибора может сократиться, если добавлено большое количество входных каналов.) На экране отобразится сообщение, запрашивающее выбор печатного устройства. Список можно прокрутить, используя кнопки  . Выделенное печатное устройство необходимо выбрать, нажав клавишу «**ENTER**».



Затем требуется ввести количество измерений, выводимых на печать. Используйте кнопки с цифрами для ввода значений от 1 до 1000, затем нажмите «**ENTER**».



На экране отобразится сообщение, запрашивающее нажатие клавиши «**ENTER**» для начала печати. Нажмите «**ENTER**» для продолжения процесса или «**EXIT**» для отмены. Во время вывода данных об измерениях на печать отобразится окно с сообщением, что идет процесс печати. С помощью клавиши «**EXIT**» **можно в любой момент отменить действие.**

Заданное количество данных о последних измерениях (PRINT N), хранящихся в памяти, будет выведено на печать в выбранном выходном устройстве. Если количество доступных данных об измерениях меньше, чем заданное число PRINT N, будут выведены на печать только доступные данные об измерениях. Вывод на печать данных об измерениях из памяти прибора не влияет на данные, хранящиеся в памяти. Результаты измерения выводятся на печать с указанием номера канала, значения измерения, приставки, единиц измерения, времени (в 24-часовом формате) и даты. Используйте функцию клавиши «**НАСТРОЙКА УСТРОЙСТВА**» (см. раздел 5.4.2) для конфигурации параметров порта принтера, таких как скорость передачи данных или включение перевода строки.

5.3.5 Функция «Clear Statistics» (Очистка статистики)

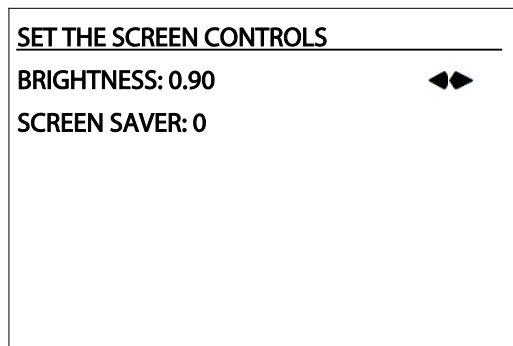
Клавиша «**CLEAR STATS**» очищает регистры статистики и сбрасывает результаты всех статистических расчетов. См. разделы 5.3.1.1 и 5.3.1.2 для получения информации об отображении данных статистики. Внизу экрана появляется короткое сообщение, отмечающее, что статистика очищена.

5.4 Меню «Module» (Модуль)

Меню «**MODULE**» (МОДУЛЬ) обеспечивает функции настройки условий работы модуля, исполнения встроенных функций, установки параметров калибровки, исполнения процедуры калибровки и отображения информации, относящейся к модулям. Функции программных клавиш, отображающихся в этом меню — «**НАСТРОЙКА ЭКРАНА**», «**НАСТРОЙКА УСТРОЙСТВА**», «**CAL DEVICE**» (КАЛИБРОВКА УСТРОЙСТВА) и «**MODULE INFO**» (СВЕДЕНИЯ О МОДУЛЕ).

5.4.1 Функция «Настройка экрана»

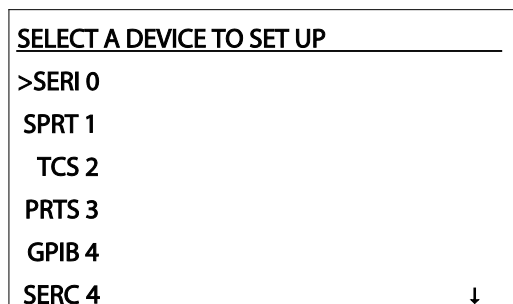
Функция программной клавиши «**НАСТРОЙКА ЭКРАНА**» используется для установки физических параметров экрана, таких как яркость и экранная заставка.



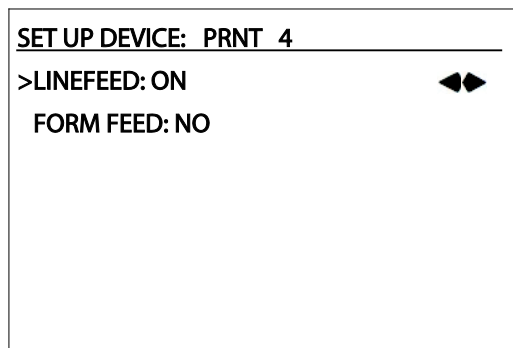
Для регулировки яркости используются кнопки . При нажатии клавиши «ENTER» можно уменьшить параметр экранной заставки. Возможно ввести временной период в минутах для экранной заставки. По окончании этого периода времени подсветка дисплея выключится, если кнопки передней панели не задействованы. При нажатии любой кнопки подсветка дисплея восстановится. Если для экранной заставки ввести значение 0, она будет отключена. Диапазон — от 0 до 60 мин.

5.4.2 Функция «Set up Device» (Настройка устройства)

Функция программной клавиши «**НАСТРОЙКА УСТРОЙСТВА**» используется для реализации доступа к параметрам и функциям, содержащимся в дополнительных модулях. Вначале необходимо выбрать устройство для настройки (не забывайте, что модуль может содержать более одного автономного устройства). На экране отобразится окно, содержащее список устройств. В списке отображаются названия всех устройств, включая внутренне последовательное устройство связи (SERI). За именем следует адрес модуля, в котором содержится устройство. Выберите устройство с помощью кнопок , затем нажмите клавишу «ENTER».



После того, как устройство выбрано, отобразится окно, показывающее параметры и функции, доступные при помощи устройства. Параметры и функции зависят от устройства. Окно настройки устройства принимает следующий вид:



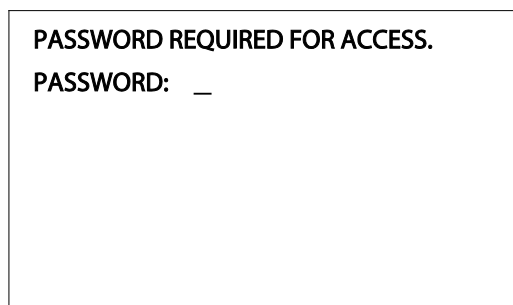
Если настройки для определенного устройства отсутствуют, в окне отображается сообщение «NO SETUP OPTIONS FOR THIS DEVICE» (НАСТРОЙКИ ДЛЯ ЭТОГО УСТРОЙСТВА ОТСУТСТВУЮТ).

Список параметров настроек можно прокрутить, используя кнопки . Значения параметров изменяются с помощью кнопок с цифрами или кнопок , в зависимости от типа параметра. Нажмите «ENTER», чтобы установить значение параметра.

При отправке команд функций используйте кнопки для изменения параметра «НЕТ» на «ДА», затем нажмите «ENTER» для исполнения функции. Если клавиша «ENTER» нажата при параметре «НЕТ», ничего не произойдет, только курсор переместится вниз на следующую строку. Нажмите клавишу «EXIT» для выхода.

5.4.3 Функция «Калибровка устройства»

Функция клавиши «CAL DEVICE» используется для получения доступа к параметрам и функциям модуля, относящимся к калибровке устройства. Эту функцию возможно выборочно заблокировать, используя функцию пароля (см. раздел 5.5.3 ниже). Если параметр пароля функции «CAL DEVICE» установлен на «ВКЛ», в порядке доступа к этой функции необходимо ввести верный четырехзначный числовой пароль. Отобразится экран, запрашивающий пароль. Для ввода пароля используйте кнопки с цифрами, затем нажмите клавишу «ENTER». Если введен верный пароль, работа функции «CAL DEVICE» продолжится.



На экране отобразится окно, содержащее список устройств. Список включает названия всех устройств, после названий указан номер позиции, на которой находится модуль. Выберите устройство с помощью кнопок , затем нажмите клавишу «ENTER».

```

SELECT A DEVICE TO CALIBRATE
-----
>SPRT 1
   TCS 2
   PRTS 3
   GPIB 4
   PRNT 4
   AOUT 4
                                     ↓

```





После того, как устройство выбрано, отобразится окно, показывающее параметры и функции, доступные при помощи устройства. Параметры и функции зависят от устройства. Окно калибровки устройства принимает следующий вид:



```

CALIBRATE DEVICE: SPRT
-----
0 ADJ: 0.0
100 ADJ: 0.0
400 ADJ: 0.0
CAL DATE: 05-21-96
SER NUM: 123456



```

Если команды калибровки для определенного устройства отсутствуют, в окне отображается сообщение «NO CALIBRATION OPTIONS FOR THIS DEVICE» (ПАРАМЕТРЫ КАЛИБРОВКИ ДЛЯ ЭТОГО УСТРОЙСТВА ОТСУТСТВУЮТ).

Список параметров калибровки можно прокрутить, используя кнопки  . Значения параметров изменяются с помощью кнопок с цифрами или кнопок  , в зависимости от типа параметра. Нажмите «ENTER», чтобы установить значение параметра.

При отправке команд функций используйте кнопки   для изменения параметра «НЕТ» на «ДА», затем нажмите «ENTER» для исполнения функции. Если клавиша «ENTER» нажата при параметре «НЕТ», ничего не произойдет, только курсор переместится вниз на следующую строку. Нажмите клавишу «EXIT» для выхода.

5.4.4 Функция «Сведения о модуле»

С помощью функции клавиши «MODULE INFO» (СВЕДЕНИЯ О МОДУЛЕ) на экран выводится информация о модуле. Она включает название и номер модуля, номер версии прошивки, названия устройств, которые содержит модуль, с указанием класса и числа каналов для каждого устройства (не забывайте, что модуль может содержать более одного автономного устройства). Прежде всего, выберите модуль. На экране отобразится окно, содержащее список модулей. За названием каждого модуля следует его номер. Выберите модуль с помощью кнопок  , затем нажмите клавишу «ENTER».



```

SELECT A MODULE
-----
>SPRT 1
   TCS 2
   PRTS 3
   COMM 4
    
```

Сведения о выбранном модуле примут следующий вид:

```



-----
SPRT MODULE, MODEL 2560
FIRMWARE VERSION: 1.10
DEVICES:
SPRT INPUT, 2 CHANNELS
    
```

Данное модулю название следует за номером модели. На следующей строке указан номер версии прошивки модуля. Далее расположен список устройств, содержащихся в модуле. Для каждого устройства указано название, класс (например, «INPUT» (ВХОДНОЕ), «OUTPUT» (ВЫХОДНОЕ), «PRINT»(УСТРОЙСТВО ВЫВОДА НА ПЕЧАТЬ) или «СОММ» (УСТРОЙСТВО СВЯЗИ)) и число каналов устройства. Если список слишком длинен для отображения на одном экране, используйте кнопки   и для прокрутки. Для выхода нажмите «EXIT»или «ENTER».

5.5 Системное меню

СИСТЕМНОЕ меню обеспечивает главные функции системы. Функции программных клавиш, которые отображаются в этом меню — «UNITS» (ЕДИНИЦЫ), «TIME» (ВРЕМЯ), «ПАРОЛЬ», «СИСТ.ИНФО» и «SYSTEM RESET» (СБРОС НАСТРОЕК СИСТЕМЫ).

5.5.1 Функция «Units»(Единицы измерения)

Клавиша «UNITS»используется для установки единиц измерения температуры. Параметры: градусы по шкале Цельсия (С), по шкале Фаренгейта (F) или по шкале Кельвина (K). В отображенном на экране окне появится запрос об установке единиц измерения. Выберите единицы измерения с помощью кнопок   , затем нажмите клавишу «ENTER». Нажмите клавишу «EXIT»для выхода.


SELECT THE TEMPERATURE UNITS

UNITS: C



Результаты измерения также могут отображаться как сопротивление и напряжение, в омах или вольтах. Используйте параметры ПЕРЕСЧЕТА с помощью функции клавиши **ИЗМЕНИТЬ ДАТЧИК** в меню **PROBE** (меню ДАТЧИКА), чтобы выбрать для определенного датчика отображение показаний сопротивления и напряжения, а не температуры (см. раздел 5.2.1).

5.5.2 Функция «Time» (Время)

Клавиша «**TIME**» необходима для установки истинного времени. Время отображается на экране и выводится на печать вместе с результатами измерений. В отображенном на экране окне появится запрос об установке времени и даты. Используйте кнопки с цифрами или кнопки , в зависимости от типа параметра. Нажмите «**ENTER**», чтобы установить значение. Нажмите клавишу «**EXIT**» для выхода.

SET THE TIMEHOURS: 1 1

MINUTES: 14

AM/PM: AM

DAY: 1

MONTH: 1

YEAR: 99

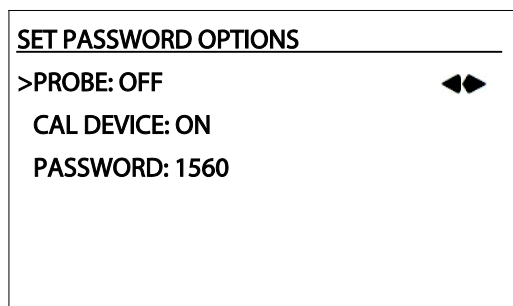
5.5.3 Пароль

Функция клавиши «**ПАРОЛЬ**» позволяет выбрать параметры защиты меню пароля и изменить пароль. Для доступа к этой функции необходимо ввести текущий четырехзначный числовой пароль. Отобразится экран, запрашивающий пароль. Пароль по умолчанию "1560".

PASSWORD REQUIRED FOR ACCESS.

PASSWORD: _

Для ввода пароля используйте кнопки с цифрами, затем нажмите клавишу «**ENTER**». Если введен верный пароль, отобразится окно параметров пароля, запрашивающее изменение одного из параметров пароля.



Параметр «PROBE» контролирует доступ к функциям меню «**PROBE**» (меню ДАТЧИКА). Если параметр ВКЛЮЧЕН, при доступе к меню «PROBE» будет запрошено введение верного пароля. По умолчанию установлено значение ВЫКЛ. Выберите нужный параметр с помощью кнопок ◀▶, затем нажмите клавишу «ENTER».

Параметр «CAL DEVICE» управляет доступом к функциям калибровки устройства меню «MODULE» (меню МОДУЛЯ). Если параметр ВКЛЮЧЕН, при доступе к меню «**CAL DEVICE**» будет запрошено введение верного пароля. Этот параметр по умолчанию ВКЛЮЧЕН. Выберите нужный параметр с помощью кнопок ◀▶, затем нажмите клавишу «ENTER».

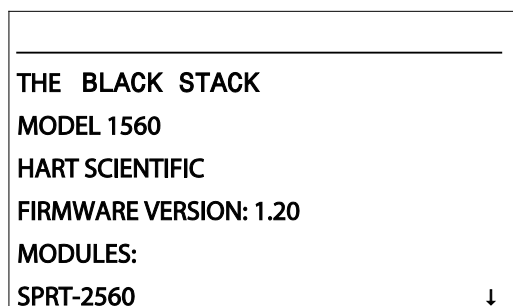
Параметр «ПАРОЛЬ» позволяет изменять пароль. Для изменения пароля наберите четырехзначное число, используя кнопки с цифрами от «0» до «9», после ввода нажмите «ENTER».

Примечание

При изменении пароля соблюдайте осторожность. Запишите новый пароль и храните запись в безопасном месте на случай, если вы его забудете.

5.5.4 Системная информация

Функция клавиши «СИСТ.ИНФО» отображает системную информацию следующим образом:



В окне отображено название продукта, номер модели, производитель и номер версии прошивки. Также отображается список установленных модулей. Модули перечислены через строку с указанием названия и номера модели. Если список слишком длинен для отображения на одном экране, используйте кнопки ◀▶ и для прокрутки. Для выхода нажмите «EXIT»или «ENTER».

5.5.5 Функция «System Reset» (сброс настроек системы)

Функция «SYSTEM RESET» возвращает настройки рабочих параметров к значениям по умолчанию. После ее использования настройки выглядят следующим образом:

- Измерительный режим отключается.
- Число «COUNT N» устанавливается на 1.
- Задержка измерения устанавливается на 0.
- Настройка главного канала к входному каналу — 1.
- Список сканированных каналов включает все каналы.
- Для главного канала устанавливается режим сканирования.
- Входное усреднение отключается.
- Отключается маршрут вывода данных всех выходных каналов с помощью установки положительного и отрицательного номера входного канала на 0 и типа вычисления на температуру.
- Отключается печать со всех интерфейсов печатных устройств.
- Происходит очистка функций статистики.
- Установленные единицы измерения — С.

Сброс не затронет некоторые параметры определения характеристик датчика, настройки параметров модуля и параметры калибровки модуля. В окне отобразится предупреждение о том, что параметры будут изменены. Нажмите «ENTER» для сброса параметров или «EXIT» для отмены действия.

RESET SYSTEM PARAMETERS

PRESS ENTER TO CONTINUE

PRESS EXIT TO CANCEL

Глава 6

Интерфейс цифровой передачи данных

6.1 Обзор

Благодаря функции внешней связи можно подключить внешнее устройство, например компьютер, к прибору 1560 для получения результатов измерений и управления работой. Связь осуществляется посредством различных команд, поступающих на устройство 1560 через какой-либо из двухсторонних портов. Это может быть RS-232-порт, IEEE-488-порт или любое другое дополнительное модульное устройство, служащее для связи.

6.2 Последовательный интерфейс

Устройство 1560 оснащено последовательным портом RS-232. Он находится на нижней стороне прибора 1560. Разводка интерфейсного кабеля должна соответствовать показанной на схеме на рис. 11. Протокол передачи данных RS-232— 8 бит данных, 1 стоп-бит, без контроля четности.

Разводка кабелей для ПК ИМВ и совместимых

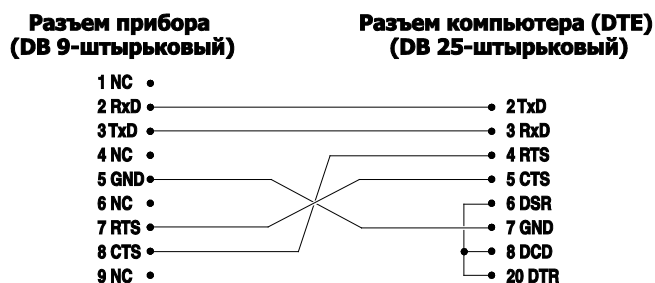
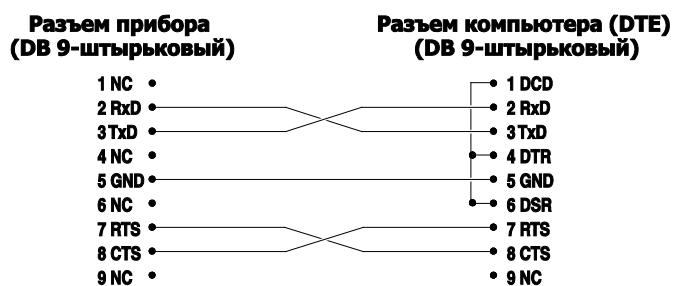


Рисунок 11. Разводка кабелей связи RS-232

Скорость передачи данных, режим дуплекса и опция переноса строки являются настраиваемыми. Для доступа к данным параметрам служит экранная кнопка SET UP DEVICE (настроить прибор) в меню MODULE (модуль). Выберите устройство SERI 0 и нажмите ENTER. При помощи кнопок ◀◀▶▶ измените параметры и нажмите ENTER. Параметр BAUDRATE предназначен для выбора скорости передачи данных. Его значение должно соответствовать скорости передачи данных компьютером или иным внешним устройством. Параметр DUPLEX определяет, должны ли символы немедленно поступить обратно на передающее устройство (FULL) или нет (HALF). Параметр LINE-FEED определяет, присоединяется ли к символу возврата каретки символ перевода строки. Все команды, поступающие на устройство 1560 через последовательный интерфейс, должны завершаться символом возврата каретки или перевода строки.

6.3 Синтаксис команд

Устройство 1560 принимает команды, служащие для установки параметров, инициализации выполнения функций или пересылки необходимых данных. Эти команды представляют собой строки символов, представленных в кодировке ASCII. Устройство 1560 по возможности использует протоколы IEEE-488.2, 1992 и SCPI-1994. Как поясняется далее, составные команды недопустимы.

Команды состоят из заголовка и, при необходимости, данных параметра. Все команды должны завершаться либо символом возврата каретки (ASCII 0D в шестнадцатеричной системе или число 13 в десятичной системе), либо символом новой строки (ASCII 0A в шестнадцатеричной системе или число 10 в десятичной системе).

Заголовки команд состоят из одного или нескольких мнемокодов, разделяемых двоеточием (:). В мнемокодах могут использоваться буквенные символы, символы подчеркивания (_), а также числовые символы. Разделение между заглавными и строчными буквами отсутствует. У мнемокодов зачастую имеется несколько альтернативных форм. В большинстве мнемокодов используется длинная форма, а короткая форма состоит из трех или четырех символов, что более эффективно.

Мнемокод может заканчиваться числовым суффиксом, который определяет один из множества независимых функциональных блоков, например, пути данных к входным каналам. Если при вводе определенного блока числовой суффикс пропущен, принимается суффикс мнемокода.

Команды запросов предназначены для отправки запросов на получение данных. В командах запросов используется вопросительный знак (?) сразу же после заголовка команды. Отклики на команды запросов формируются сразу же и помещаются в выходной буфер. Ответы теряются, если они не были прочитаны до получения следующей команды. Входной и выходной буферы могут содержать до 100 символов.

В некоторых командах для указания значений одного или нескольких параметров требуются данные параметров. Данные параметров отделяются от заголовка команды пробелом (ASCII 20 в шестнадцатеричной системе или число 32 в десятичной системе). Если используется несколько параметров, то они разделяются запятой (,).

Данные параметров делятся на несколько типов. В случае с числовыми данными для представления цифр используются символы ASCII. Перед числами могут быть знаки (« +» или « -») десятичная точка («.») и экспонента («E» или «e») с соответствующим знаком. Если возвращается дробная часть, в то время как требуется целое число, то данное число округляется до ближайшего целого без вывода каких-либо сообщений об ошибке. В случае с некоторыми командами мнемонический символ может быть воспринят в качестве числа. Мнемокоды DEF, MIN и MAX часто используются для указания значения по умолчанию, минимального и максимального значения, соответственно. К числовым параметрам могут добавляться единичные суффиксы, например, V или OHM, которые обрабатываются без вывода сообщений об ошибках (эти сообщения игнорируются).

Булевы параметры имеют значение 0 или 1. Мнемокоды OFF и ON также принимаются соответственно для значений 0 и 1.

Символьные данные представляют собой мнемокоды, соответствующие одному или нескольким возможным значениям. Например, единицы измерения температуры обозначаются мнемокодами CEL (по Цельсию) или FAR (по Фаренгейту).

Строка данных состоит из символов, заключенных в двойные кавычки. Нулевая строка состоит только из двойных кавычек.

Нераспознанные команды или команды с неверным синтаксисом, либо с недопустимыми параметрами, приводят к выводу сообщений об ошибках, которые записываются в очередь ошибок, как описано в разделе 6.5.10.22.

Составные команды (несколько команд в строке, разделяемые точкой с запятой) для управления устройством 1560 недопустимы.

Все команды выполняются последовательно. Выполнение каждой команды завершается перед обработкой последующей команды.

6.4 Краткое изложение команд

Список команд, выполняемых устройством 1560, в алфавитном порядке приведен в таблице 5. Все команды совместимы с текущей версией прошивки. Некоторые команды несовместимы с предыдущими версиями. (См. сведения об определении номера версии при помощи экранной клавиши **MODULE INFO** в разделе 5.5.4). Для каждой команды указан раздел, содержащий сведения о ней.

6.5 Команды

В этом разделе приведены команды, используемые на устройстве 1560. Команды распределены по группам следующим образом:

- Команды управления результатами измерений
- Команды управления измерением
- Команды управления входным каналом
- Команды управления щупом
- Команды управления выходным каналом
- Команды управления принтером
- Команды управления интерфейсом связи
- Модульные команды
- Системные команды
- Команды состояния

6.5.1 Команды управления результатами измерений

Данная группа команд служит для управления показаниями прибора 1560. Команды приведены в таблице 9.

6.5.1.1 CALCulate[n]:AVERage[n]:CLEar

Данная команда служит для очистки статистических функций указанного канала. Номер суффикса CALCulate указывает на номер канала. Количество номеров составляет от 1 до 96. Если номер пропущен, действия производятся с каналом 1. Номер суффикса AVERage, если

Таблица 5. Список команд

Команда	Раздел
*CLS	Раздел 6.5.10.1
*ESE < numeric_value > (цифровое значение)	Раздел 6.5.10.2
*ESE?	Раздел 6.5.10.3
*ESR?	Раздел 6.5.10.4
*IDN?	Раздел 6.5.9.1
*OPC	Раздел 6.5.10.5
*OPC?	Раздел 6.5.10.6
*OPT?	Раздел 6.5.9.2
*RST	Раздел 6.5.9.3
*SRE < numeric_value > (цифровое значение)	Раздел 6.5.10.7
*SRE?	Раздел 6.5.10.8
*STB?	Раздел 6.5.10.9
*TST?	Раздел 6.5.10.10
*WAI	Раздел 6.5.10.11
ABORT	Раздел 6.5.2.1
CALCulate[n]:AVERage[n]:CLEar	Раздел 6.5.1.1
CALCulate[n]:AVERage[n]:CLEar:ALL	Раздел 6.5.1.2
CALCulate[n]:AVERage[n]:DATA?	Раздел 6.5.1.3
CALCulate[n]:AVERage[n][:STATE]?	Раздел 6.5.1.4
CALCulate[n]:AVERage[n]:TYPE?	Раздел 6.5.1.5
CALCulate[n]:CONVert:CATalog?	Раздел 6.5.4.1
CALCulate[n]:CONVert:COPY < channel > (канал)	Раздел 6.5.4.2
CALCulate[n]:CONVert:DATA?	Раздел 6.5.4.3
CALCulate[n]:CONVert:NAME < conversion_name > (название типа пересчета)	Раздел 6.5.4.4
CALCulate[n]:CONVert:NAME?	Раздел 6.5.4.5
CALCulate[n]:CONVert:PARAMeter:CATalog?	Раздел 6.5.4.6

CALCulate[n]:CONVert:PARAmeter:VALue < parameter_name >, (наименование параметра) < numeric_value > (цифровое значение) [; < parameter_name >, (наименование параметра) < numeric_value > ...] (цифровое значение)	Раздел 6.5.4.7
CALCulate[n]:CONVert:PARAmeter:VALue? < parameter_name > (наименование параметра)	Раздел 6.5.4.8
CALCulate[n]:CONVert:PARAmeter:VALue? ALL (BCE)	Раздел 6.5.4.9
CALCulate[n]:CONVert:SNUMber < serial_number > (серийный номер)	Раздел 6.5.4.10
CALCulate[n]:CONVert:SNUMber?	Раздел 6.5.4.11
CALCulate[n]:CONVert:SRLow < sub-range_number > (номер поддиапазона)	Раздел 6.5.4.12
CALCulate[n]:CONVert:SRLow?	Раздел 6.5.4.13

Таблица 5. Список команд (продолжение)

Команда	Раздел
CALCulate[n]:CONVert:SRHigh < sub-range_number > (номер поддиапазона)	Раздел 6.5.4.14
CALCulate[n]:CONVert:SRHigh?	Раздел 6.5.4.15
CALCulate[n]:CONVert:TEST? < numeric_parameter >[, (цифровой параметр) < numeric_parameter >] (цифровой параметр)	Раздел 6.5.4.16
CONFigure[< channel >] (канал)	Раздел 6.5.1.6
CONFigure?	Раздел 6.5.1.7
DATA[:DATA]:VALue? [MEM], < numeric_value > (цифровое значение)	Раздел 6.5.1.8
DATA:POINTs?	Раздел 6.5.1.9
FETCh[:TEMPerature]? [< channel >] (канал)	Раздел 6.5.1.10
HCOPY:ABORT	Раздел 6.5.6.1
COPY[:IMMEDIATE] < printer_number > (номер принтера)	Раздел 6.5.6.2
HCOPY:PRINter[n][:STATe] < Boolean > (булево значение)	Раздел 6.5.6.3
HCOPY:PRINter[n][:STATe]?	Раздел 6.5.6.4
INITiate:CONTinuous < Boolean > (булево значение)	Раздел 6.5.2.3
INITiate:CONTinuous?	Раздел 6.5.2.4
INITiate[:IMMEDIATE]	Раздел 6.5.2.2
MEASure[:TEMPerature]? [< channel >] (канал)	Раздел 6.5.1.11
OUTPut[n]:CALC < numeric_value > (цифровое значение)	Раздел 6.5.5.1
OUTPut[n]:CALC?	Раздел 6.5.5.2
OUTPut[n]:NCHannel < channel > (канал)	Раздел 6.5.5.3
OUTPut[n]:NCHannel?	Раздел 6.5.5.4

OUTPut[n]:PCHannel < channel > (канал)	Раздел 6.5.5.5
OUTPut[n]:PCHannel?	Раздел 6.5.5.6
OUTPut[n][:STATe] < Boolean > (булево значение)	Раздел 6.5.5.7
OUTPut[n][:STATe]?	Раздел 6.5.5.8
READ[:TEMPerature]?	Раздел 6.5.1.12
ROUTe:CLOSe < channel > (канал)	Раздел 6.5.3.1
ROUTe:CLOSe:STATe?	Раздел 6.5.3.2
ROUTe:PRIMary?	Раздел 6.5.3.3
ROUTe:SCAN:ALT	Раздел 6.5.3.4
ROUTe:SCAN:ALT?	Раздел 6.5.3.5
ROUTe:SCAN[:LIST] < channel_list > (список каналов)	Раздел 6.5.3.6
ROUTe:SCAN[:LIST]?	Раздел 6.5.3.7
ROUTe:SCAN:STATe < Boolean > (булево значение)	Раздел 6.5.3.8
ROUTe:SCAN:STATe?	Раздел 6.5.3.9
SENSe[n]:AVERage:COUNT < numeric_value > (цифровое значение)	Раздел 6.5.2.5

Таблица 5. Список команд (продолжение)

Команда	Раздел
SENSe[n]:AVERage:COUNT?	Раздел 6.5.2.6
SENSe[n]:AVERage:DATA?	Раздел 6.5.1.13
SENSe[n]:AVERage[:STATe] < Boolean > (булево значение)	Раздел 6.5.2.7
SENSe[n]:AVERage[:STATe]?	Раздел 6.5.2.8
STATus:OPERation:CONDition?	Раздел 6.5.10.12
STATus:OPERation:ENABle < numeric_value > (цифровое значение)	Раздел 6.5.10.13
STATus:OPERation:ENABle?	Раздел 6.5.10.14
STATus:OPERation[:EVENT]?	Раздел 6.5.10.15
STATus:PRESet	Раздел 6.5.10.16
STATus:QUEStionable:CONDition?	Раздел 6.5.10.17
STATus:QUEStionable:ENABle < numeric_value > (цифровое значение)	Раздел 6.5.10.18
STATus:QUEStionable:ENABle?	Раздел 6.5.10.19
STATus:QUEStionable [:EVENT]?	Раздел 6.5.10.20
STATus:QUEue[:NEXT]?	Раздел 6.5.10.21
SYSTem:COMMunicate:SERial[:RECeive]:BAUD < numeric_value > (цифровое значение)	Раздел 6.5.7.1
SYSTem:COMMunicate:SERial[:RECeive]:BAUD?	Раздел 6.5.7.2

SYSTem:COMMunicate:SERial[:RECeive]:FDUPlex < Boolean > (булево значение)	Раздел 6.5.7.3
SYSTem:COMMunicate:SERial[:RECeive]:FDUPlex?	Раздел 6.5.7.4
SYSTem:COMMunicate:SERial[:RECeive]:LINefeed < Boolean > (булево значение)	Раздел 6.5.7.5
SYSTem:COMMunicate:SERial[:RECeive]:LINefeed?	Раздел 6.5.7.6
SYSTem:CONFigure:CDEvice?	Раздел 6.5.8.1
SYSTem:CONFigure:COMMunicate[n]:DADDRESS?	Раздел 6.5.8.2
SYSTem:CONFigure:COMMunicate[n]:MADDRESS?	Раздел 6.5.8.3
SYSTem:CONFigure:ICHannel?	Раздел 6.5.8.4
SYSTem:CONFigure:IDEvice?	Раздел 6.5.8.5
SYSTem:CONFigure:INPut[n]:DADDRESS?	Раздел 6.5.8.6
SYSTem:CONFigure:INPut[n]:MADDRESS?	Раздел 6.5.8.7
SYSTem:CONFigure:MNUMBER?	Раздел 6.5.8.8
SYSTem:CONFigure:MODule[n]:DEvice[n]:INformation?	Раздел 6.5.8.9

Таблица 5. Список команд (продолжение)

Команда	Раздел
SYSTem:CONFigure:MODule[n]:DNUMBER?	Раздел 6.5.8.10
SYSTem:CONFigure:MODule[n]:INformation?	Раздел 6.5.8.11
SYSTem:CONFigure:OCHannel?	Раздел 6.5.8.12
SYSTem:CONFigure:ODEvice?	Раздел 6.5.8.13
SYSTem:CONFigure:OUTPut[n]:DADDRESS?	Раздел 6.5.8.14
SYSTem:CONFigure:OUTPut[n]:MADDRESS?	Раздел 6.5.8.15
SYSTem:CONFigure:PDEvice?	Раздел 6.5.8.16
SYSTem:CONFigure:PRINter[n]:DADDRESS?	Раздел 6.5.8.17
SYSTem:CONFigure:PRINter[n]:MADDRESS?	Раздел 6.5.8.18
SYSTem:DATE < year >, (год) < month >, (месяц) < day > (день)	Раздел 6.5.9.4
SYSTem:DATE?	Раздел 6.5.9.5
SYSTem:ERRor?	Раздел 6.5.10.22
SYSTem:MODule[n]:DEvice[n]:READ? < device_command > (команда устройства)	Раздел 6.5.8.19
SYSTem:MODule[n]:DEvice[n]:WRITE < device_command >[, (команда устройства) < parameter >] (параметр)	Раздел 6.5.8.20
SYSTem:SNUMBER < serial_number > (серийный номер)	Раздел 6.5.9.6
SYSTem:SNUMBER?	Раздел 6.5.9.7
SYSTem:TIME < hour >, (часы) < minute >, (минуты) < second > (секунды)	Раздел 6.5.9.8

SYSTem:TIME?	Раздел 6.5.9.9
SYSTem:VERSion?	Раздел 6.5.9.10
TRIGger[:SEQuence]:COUNT < numeric_value > (цифровое значение)	Раздел 6.5.2.9
TRIGger[:SEQuence]:COUNT?	Раздел 6.5.2.10
TRIGger[:SEQuence]:DELay < numeric_value > (цифровое значение)	Раздел 6.5.2.11
TRIGger[:SEQuence]:DELay?	Раздел 6.5.2.12
TRIGger[:SEQuence]:TIMer < numeric_value > (цифровое значение)	Раздел 6.5.2.13
TRIGger[:SEQuence]:TIMer?	Раздел 6.5.2.14
UNIT:TEMPerature C CEL F FAR K	Раздел 6.5.9.11
UNIT:TEMPerature?	Раздел 6.5.9.12

Таблица 6. Команды управления результатами измерения

Команда	Действие
6.5.1.1CALCulate[n]:AVERage[n]:CLEar	Очистка статистических функций одного канала
CALCulate[n]:AVERage[n]:CLEar:ALL	Очистка статистических функций всех каналов
CALCulate[n]:AVERage[n]:DATA?	Возврат статистического значения канала
CALCulate[n]:AVERage[n][:STATe]?	Возврат к состоянию расчета статистики
CALCulate[n]:AVERage[n]:TYPE?	Возврат типа расчета статистики
CONFigure[< channel >] (канал)	Выбор входного канала измерений
CONFigure?	Функция запроса измерений
DATA[:DATA]:VALue? [MEM], < numeric_value > (цифровое значение)	Возврат одного результата измерений в память
DATA:POINts?	Запрос размера группы памяти
FETCh[:TEMPerature]?	Возврат последнего результата измерений
MEASure[:TEMPerature]? [< channel >] (канал)	Получение и возврат одного нового результата измерений
READ[:TEMPerature]?	Получение и возврат одного нового результата измерений
SENSe[n]:AVERage:DATA?	Возврат заданного значения сопротивления или напряжения

игнорируется, так как данная команда очищает все статистические функции указанного канала.

Пример команды: CALC3:AVER:CLE

6.5.1.2 CALCulate[n]:AVERage[n]:CLEar:ALL

Одновременная очистка статистических функций всех каналов. Номер суффикса CALCulate и номер суффикса AVERage игнорируются, если они указаны, так как данная команда очищает все статистические функции всех каналов.

Пример команды: CALC:AVER:CLE:ALL

6.5.1.3 CALCulate[n]:AVERage[n]:DATA?

Команда запроса, служащая для возврата значения расчета статистики для канала. Номер суффикса CALCulate указывает на номер входного канала. Количество номеров составляет от 1 до 96. Если номер пропущен, действия производятся с каналом 1. Номер суффикса AVERage указывает на тип расчета, как показано в таблице 10. Если номер пропущен, действия производятся с типом 1, рассматриваемым как средний. Отклик представляет собой одно числовое значение, равное результату последнего расчета для указанного канала. В приведенном примере описано считывание стандартного отклонения при измерениях с помощью входного канала 3.

Таблица 7. Типы расчета статистики

Номер	Тип	Ключевое слово
1	среднее	AVER
2	Стандартное отклонение	SDEV
3	минимум	MIN
4	максимум	MAX
5	расширение	SPR
6	n	N

Пример команды: CALC3:AVER2: DATA?

Пример отклика: 0,00017

6.5.1.4 CALCulate[n]:AVERage[n]:STATe?

Команда запроса, служащая для возврата состояния расчета. Выполняется в целях обеспечения совместимости. При вводе данной команды всегда возвращается значение 1, так как отключение расчетов статистики на данном устройстве невозможно.

6.5.1.5 CALCulate[n]:AVERage[n]:TYPE?

Команда запроса, служащая для возврата типа расчета для заданного номера типа. Номер суффикса CALCulate является необязательным и игнорируется, если указан, так как для всех каналов производятся одинаковые расчеты статистики. Номер суффикса AVERage указывает на тип расчета статистики. Отклик, соответствующий номеру типа, представляет собой слово, указанное в столбце «Ключевое слово» таблицы 5.

Пример команды: CALC:AVER2:TYPE?

Пример отклика: SDEV

6.5.1.6 CONFigure[< channel >] (канал)

Команда CONF часто используется на многофункциональных устройствах для настройки функции измерения и входных каналов. Устройство 1560 измеряет только температуру; данная команда служит для выбора входных каналов. Команда запускает выполнение следующих действий:

- Отключение режима измерения (INITiate:CONTinuous OFF).
- Установка значения номера COUNT N, равного 1.
- Установка времени DELAY (задержки) на 0.
- Установка указанного канала в качестве основного входного канала.
- Установка режима сканирования для основного канала.

Если указан входной канал, он рассматривается в качестве основного и измерение в режиме сканирования происходит только при помощи основного канала. Если указано несколько каналов, в качестве основного рассматривается первый канал в списке, остальные игнорируются.

Параметр < channel > (канал) заключен в скобки, символ @ стоит после открывающей скобки. Например, комбинация (@5) обозначает входной канал 5.

Пример команды: CONF (@3)

6.5.1.7 CONFigure?

Команда запроса, служащая для возврата номеров типа измерения и входного канала. Для типа измерения возвращается значение «TEMP», означающее, что устройство 1560 служит для измерения температуры. Ниже приведен список выбранных каналов. Отклик имеет следующий формат:

«TEMP < channel_list >» (список каналов)

Списку каналов предшествует символ @, все значение заключено в скобки. Номера каналов разделяются запятыми. Вид списка каналов при возврате зависит от режима сканирования. Если сканирование отключено, возвращается номер основного канала. Если сканирование включено, возвращается список выбранных каналов, подлежащих сканированию.

Пример команды: CONF?

Пример отклика: «TEMP (@3)»

6.5.1.8 DATA[:DATA]:VALue? [MEM], < numeric_value > (цифровое значение)

Возврат одного результата измерений, сохраненного в указанном расположении памяти с приведенным цифровым значением < numeric_value >. Цифровое значение < numeric_value > составляет от 1 до 1000. (Реальная вместимость памяти может быть менее 1000 в зависимости от количества добавленных входных каналов). Дополнительно можно указать название группы памяти MEM. При возврате результаты измерений имеют следующий формат:

< channel number >, (номер канала) < measurement value >, (измеренное значение)

< units >, (единицы измерения) < year >, (год) < month >, (месяц) < day >, (день) < hours >, (часы) < minutes >, (минуты)

< seconds > (секунды)

Пример команды: DATA:VAL? 10

Пример отклика: 3,0.0115,C,1996,3,12,11,43,22

6.5.1.9 DATA:POINTS? [MEM]

Команда запроса, служащая для возврата количества данных, сохраненных в памяти. Дополнительно можно указать название группы памяти MEM.

Пример команды: DATA:POIN?

Пример отклика: 115

6.5.1.10 FETCh[:TEMPerature]? [< channel >] (канал)

Команда запроса, служащая для возврата результата последнего измерения. Если указан входной канал, отклик представляет собой последний результат измерений для данного канала. Номеру < channel > (канала) предшествует символ @, все значение заключено в скобки. Например, комбинация (@5) обозначает входной канал 5. Если указано несколько каналов, принимается только первый канал в списке, остальные игнорируются. Если канал не указан, при вводе команды возвращается результат последнего измерения. Другие параметры, указанные в команде, принимаются в целях обеспечения совместимости, но впоследствии игнорируются. Команда FETC? при управлении измерениями не эквивалентна командам MEAS? и READ?, описанным далее.

Пример команды: FETC? (@3)

Пример отклика: 0,0127

6.5.1.11 MEASure[:TEMPerature]? [< channel >] (канал)

Единая команда для выбора каналов, получения нового результата измерений и данных измерений. Команда запускает выполнение следующих действий:

- Отключение режима измерения (INITiate:CONTinuous OFF).
- Установка значения номера COUNT N, равного 1.
- Установка времени DELAY (задержки) на 0.
- Установка указанного канала в качестве основного канала.
- Установка режима сканирования для основного канала.
- Получение одного результата измерения (INITiate:IMMediate) после завершения измерений.
- Возвращает измеренное значение.

Если номер канала пропущен, используется текущий основной канал.

Номеру

< channel > (канала) предшествует символ @, все значение заключено в скобки. Например, комбинация (@5) обозначает входной канал 5.

Пример команды: MEAS? (@3)

Пример отклика: 0,0127

6.5.1.12 *READ[:TEMPerature]?*

Начало нового измерения и отображение измеренного значения по завершении измерений. На этом устройстве данная команда эквивалентна команде MEAS? Команда без указанного канала. Команда запускает выполнение следующих действий:

- Отключение режима измерения (INITiate:CONTinuous OFF).
- Установка значения номера COUNT N, равного 1.
- Установка времени DELAY (задержки) на 0.
- Установка режима сканирования для основного канала.
- Получение одного результата измерений при помощи основного канала после завершения измерений.
- Возвращает измеренное значение.

Пример команды: READ?

Пример отклика: 0,0113

6.5.1.13 *SENSe[n]:AVERage:DATA?*

Команда запроса, служащая для возврата измеренного значения из среднего входного блока указанного входного канала. Результат измерения возвращается в виде значения сопротивления или напряжения прежде чем преобразуется в значение температуры. Измеренное значение представляет собой среднее арифметическое результатов предыдущих измерений, где среднее значение рассчитывается в зависимости от настроек функции усреднения входящих данных (см. раздел 5.1.5). Номер входного канала обозначается суффиксом SENS. Если номер канала пропущен, действия производятся с входным каналом 1.

Пример команды: SENS3:AVER:DATA?

Пример отклика: 100,0291

6.5.2 *Команды управления измерением*

Данная группа команд служит для установки времени и действий в ходе проведения измерений. Команды приведены в таблице 11.

6.5.2.1 *ABORT*

Прерывание процедуры измерения или последовательности из нескольких измерений. Если устройство находится в режиме непрерывного измерения, будет немедленно запущена новая процедура измерения. Если устройство находится в режиме измерения COUNT, процедура измерения будет прервана и режим измерения отключен.

Пример команды: ABOR

6.5.2.2 *INITiate[:IMMEDIATE]*

Запуск процедуры измерения или последовательности измерений в случае, если значение COUNT больше 1. Команда эквивалентна команде выбора режима измерения COUNT при помощи экранной клавиши MEAS в меню ВХОДА. Индикатор состояния измерения на дисплее отображает все изменения, происходящие после ввода команды. Также команда служит для выключения описанной ниже функции INIT:CONT. Если во время получения команды измерения уже производятся, действие не будет выполнено и отобразится сообщение об ошибке «Инициализация проигнорирована» (-213).

Пример команды: INIT

Таблица 8. Команды управления измерением

Команда	Действие
ABORT	Прерывание измерения
INITiate[:IMMEDIATE]	Запуск последовательности измерений COUNT N
INITiate:CONTInuous < Boolean > (булево значение)	Настройка непрерывного измерения
INITiate:CONTInuous?	Запрос непрерывного измерения
SENSe[n]:AVERage:COUNT < numeric_value > (цифровое значение)	Настройка значения для усреднения входящих данных
SENSe[n]:AVERage:COUNT?	Запрос значения для усреднения входящих данных
SENSe[n]:AVERage[:STATe] < Boolean > (булево значение)	Включение и выключение усреднения
SENSe[n]:AVERage[:STATe]?	Запрос усреднения
TRIGger[:SEQuence]:COUNT < numeric_value > (цифровое значение)	Установка количества выборок для режима COUNT N
TRIGger[:SEQuence]:COUNT?	Запрос количества выборок для режима COUNT N
TRIGger[:SEQuence]:DELay < numeric_value > (цифровое значение)	Установка задержки измерения в секундах
TRIGger[:SEQuence]:DELay?	Запрос задержки измерения
TRIGger[:SEQuence]:TIMer < numeric_value > (цифровое значение)	Установка длительности последовательности таймера в секундах
TRIGger[:SEQuence]:TIMer? >	Запрос длительности последовательности таймера

6.5.2.3 *INITiate:CONTInuous < Boolean > (булево значение)*

Запуск непрерывного измерения в случае, если булево < Boolean > значение параметра ON или 1 либо прекращение измерений в случае, если булево < Boolean > значение параметра OFF или 0. Команда эквивалентна команде включения и выключения параметра ИЗМЕРЕНИЕ при помощи экранной кнопки **MEAS** в меню **ВХОДА**. Индикатор состояния измерения на дисплее отображает все изменения, происходящие после ввода команды. Устройство 1560 обрабатывает новые команды даже во время проведения измерений. Команда *RST служит для отключения режима непрерывного измерения.

Пример команды: INIT:CONT ON

6.5.2.4 *INITiate:CONTInuous?*

Команда запроса, служащая для возврата значения 1 при работе в режиме непрерывного измерения (ИЗМЕРЕНИЕ: ВКЛ на экранной кнопке MEAS) и значения 0, если режим измерения отключен или активен режим COUNT.

Пример команды: INIT:CONT?

Пример отклика: 1

6.5.2.5 *SENSe:AVERage:COUNT < numeric_value > (цифровое значение)*

Установка значения для фильтра усреднения. Команда эквивалентна выбору COUNT для функции **AVER** в меню экранной кнопки **ВХОД**. Параметр цифрового значения < numeric_value > должен представлять собой число от 1 до 10. Также можно установить значения MIN (1), MAX (10) и DEF (4) для

параметра цифрового значения < numeric_value >. Команда *RST служит для установки значения усреднения по умолчанию (4).

Пример команды: SENS:AVER:COUN 5

6.5.2.6 *SENSe:AVERage:COUNT?*

Команда запроса, служащая для возврата значения усреднения входящих данных. При необходимости считывания соответствующих значений пределов и значений по умолчанию к команде могут быть добавлены значения MIN, MAX и DEF.

Пример команды: SENS:AVER:COUN?

Пример отклика: 4

6.5.2.7 *SENSe:AVERage[:STATe] < Boolean > (булево значение)*

Включение или выключение усреднения. Команда эквивалентна выбору AVERAGE для функции **AVER** в меню экранной кнопки **ВХОД**. Ввод булева < Boolean > значения параметра 1 или ON приводит к включению усреднения, значения 0 или OFF — к выключению. Команда *RST служит для отключения усреднения.

Пример команды: SENS:AVER:STAT ON

6.5.2.8 *SENSe:AVERage[:STATe]?*

Команда запроса возвращает 1, если усреднение входного значения включено, и 0, если выключено.

Пример команды: SENS:AVER:STAT?

Пример отклика: 0

6.5.2.9 *TRIGger[:SEQuence]:COUNT < numeric_value > (цифровое значение)*

Установка количества измерений, проводящихся после запуска процедуры измерения командой INIT. Команда эквивалентна установке значения COUNT N при помощи экранной кнопки **MEAS** в меню **ВХОД**. Параметр цифрового значения < numeric_value > должен представлять собой число от 1 до 32767. К команде также могут быть добавлены слова MIN (1), MAX (32767) и DEF (1) для параметра цифрового значения < numeric_value >. Команда *RST служит для установки значения, равного 1.

Пример команды: TRIG:COUN 30

6.5.2.10 *TRIGger[:SEQuence]:COUNT?*

Команда запроса, служащая для возврата измеренного значения COUNT N. При необходимости считывания соответствующих значений пределов и значений по умолчанию к команде могут быть добавлены слова MIN, MAX и DEF.

Пример команды: TRIG:COUN?

Пример отклика: 1

6.5.2.11 TRIGger[:SEquence]:DELay < numeric_value > (цифровое значение)

Установка минимального временного периода между проведением измерений. Команда эквивалентна установке значения ЗАДЕРЖКИ при помощи экранной клавиши MEAS в меню ВХОДА. Параметр цифрового значения < numeric_value > должен представлять собой число от 0 до 32767. К команде также могут быть добавлены слова MIN (0), MAX (32767) и DEF (0) для параметра цифрового значения < numeric_value > . Команда *RST служит для установки значения 0.

Пример команды: TRIG:DEL 10

6.5.2.12 TRIGger[:SEquence]:DELay?

Команда запроса, служащая для возврата периода ЗАДЕРЖКИ измерений.

Пример команды: TRIG:DEL?

Пример отклика: 0

6.5.2.13 TRIGger[:SEquence]:TImEr < numeric_value > (цифровое значение)

Установка длительности последовательности таймера сканирования. Команда эквивалентна установке параметра SEQ TIMER при помощи экранной кнопки MEAS в меню ВХОД. Цифровое значение < numeric_value > должно представлять собой число от 0 до 10000. К команде также могут быть добавлены слова MIN (0), MAX (10000) и DEF (0) для цифрового значения < numeric_value > .

6.5.2.14 TRIGger[:SEquence]:TImEr?

Команда запроса, служащая для возврата значения длительности последовательности таймера сканирования. При необходимости считывания соответствующих значений пределов и значений по умолчанию к команде могут быть добавлены слова MIN, MAX или DEF.

6.5.3 Команды управления входным каналом

Данная группа команд служит для выбора входных каналов. Команды приведены в таблице 12.

Таблица 9. Команды управления входным каналом

Команда	Действие
ROUTE:CLOSE < channel > (канал)	Выбор основного канала
ROUTE:CLOSE:STATe?	Запрос номера текущего канала, при помощи которого производятся измерения
ROUTE:PRIMary?	Запрос номера основного канала
ROUTE:SCAN:ALTErnate < Boolean > (булево значение)	Установка режима переключения сканера/основного канала
ROUTE:SCAN:ALTErnate?	Запрос режима переключения
ROUTE:SCAN[:LIST] < channel_list > (список каналов)	Выбор каналов для сканирования
ROUTE:SCAN[:LIST]?	Запрос сканирования каналов
ROUTE:SCAN:STATe < Boolean > (булево значение)	Включение или выключение сканирования
ROUTE:SCAN:STATe?	Запрос сканирования

6.5.3.1 ROUTe:CLOSe < channel > (канал)

Выбор основного входного канала. Команда эквивалентна установке основного канала при помощи экранной кнопки **PRIM CHAN** в меню **ВХОД**. Параметр < channel > (канал) определяет номер канала. Номеру канала предшествует символ @, все значение заключено в скобки. Команда также служит для отключения сканирования (см. раздел 6.5.3.8) и режима переключения (см. раздел 6.5.3.4). Команда не предназначена для изменения режима измерения или инициирования. Команда *RST служит для выбора канала 1 в качестве основного.

Пример команды: ROUT:CLOS (@3)

6.5.3.2 ROUTe:CLOSe:STATe?

Команда запроса, служащая для возврата номера текущего входного канала.

Пример команды: ROUT:CLOS:STAT?

Пример отклика: 3

6.5.3.3 ROUTe:PRIMary?

Команда запроса, служащая для возврата номера основного канала.

Пример команды: ROUT:PRIM?

Пример отклика: 1

6.5.3.4 ROUTe:SCAN:ALTErnate < Boolean > (булево значение)

Установка режима переключения сканирования. Команда эквивалентна выбору опций PRIM CHAN и SCAN/PRIM при помощи экранной клавиши SCAN MODE (режим сканирования) в меню ВХОД. Ввод булева < Boolean > значения параметра 1 или ON приводит к включению сканирования и выбору режима переключения, при котором функции основного канала по очереди выполняют все каналы в списке. Если до этого сканирование (см. раздел 6.5.3.8) было отключено, оно включается. Ввод значения 0 или OFF отключает сканирование и режим переключения; измерения производятся только при помощи основного канала. Команда *RST служит для отключения.

Пример команды: ROUT:SCAN:ALT ON

6.5.3.5 ROUTe:SCAN:ALTErnate?

Команда приводит к возврату 1, если режим переключения сканирования включен, в противном случае — 0.

Пример команды: ROUT:SCAN:ALT?

Пример отклика: 0

6.5.3.6 ROUTe:SCAN[:LIST] < channel_list > (список каналов)

Выбор входных каналов для сканирования. Команда эквивалентна выбору каналов, подлежащих сканированию, при помощи экранной кнопки **SCAN CHAN** в меню **ВХОД**. Команда также служит для включения сканирования (см. раздел 6.5.3.8) и отключения режима переключения (см. раздел 6.5.3.4). Команда не предназначена для изменения режима измерения или инициирования. Команда *RST предназначена для составления списка всех выбранных каналов, подлежащих сканированию.

Параметр < channel_list > (список каналов) определяет список каналов, подлежащих сканированию. Списку каналов предшествует символ @, все значение заключено в скобки. Номера каналов разделяются запятыми. Диапазон определяется выставлением двоеточия между двумя номерами каналов. Например, если необходимо выбрать каналы 1, 3, 7 и 10 и установить канал 15 в качестве предельного, список будет выглядеть следующим образом: (@1,3,7,10:15). Если номер какого-либо канала превышает реальное количество каналов, он будет игнорироваться. Номера каналов расположены в списке в произвольном порядке. При этом сканирование будет проводиться от канала с наименьшим номером к каналу с наибольшим.

Пример команды: ROUT:SCAN (@2,4)

6.5.3.7 ROUTe:SCAN[:LIST]?

Команда запроса, служащая для возврата списка каналов, подлежащих сканированию. Списку каналов предшествует символ @, все значение заключено в скобки. Номера каналов разделяются запятыми. Команда служит для возврата списка каналов, подлежащих сканированию, независимо от того, включено ли сканирование.

Пример команды: ROUT:SCAN?

Пример отклика: (@2,3,4)

6.5.3.8 ROUTe:SCAN:STATe < Boolean > (булево значение)

Включение или выключение сканирования входного канала. Команда эквивалентна выбору опций PRIM CHAN и SCAN при помощи экранной клавиши SCAN MODE (режим сканирования) в меню ВХОД. Ввод булева < Boolean > значения параметра 1 или ON приводит к включению сканирования. Также при этом отключается режим переключения (см. раздел 6.5.3.4); измерения производятся только при помощи выбранных каналов для сканирования. Ввод значения 0 или OFF отключает сканирование; измерения производятся только при помощи основного входного канала. Команда *RST служит для отключения сканирования.

Пример команды: ROUT:SCAN:STAT ON

6.5.3.9 ROUTe:SCAN:STATe?

Команда приводит к возврату 1, если сканирование включено, в противном случае — 0.

Пример команды: ROUT:SCAN:STAT?

Пример отклика: 0

6.5.4 Команды управления щупом

Данная группа команд служит для пересчета температуры и управления щупом. Команды приведены в таблице 13. Команда *RST не предназначена для управления параметрами работы щупа.

Таблица 10. Список команд управления щупом

Команда	Действие
CALCulate[n]:CONVert:CATalog?	Запрос доступных типов пересчета
CALCulate[n]:CONVert:COpy < channel > (канал)	Копирование параметров пересчета из другого канала
CALCulate[n]:CONVert:DATA?	Запрос выходных данных блока пересчета
CALCulate[n]:CONVert:NAME < convert_name > (название типа пересчета)	Выбор типа пересчета
CALCulate[n]:CONVert:NAME?	Запрос типа пересчета
CALCulate[n]:CONVert:PARAmeter:CATalog?	Запрос списка параметров пересчета
CALCulate[n]:CONVert:PARAmeter:VALue < parameter_name>, < numeric_value > (название параметра, цифровое значение) (; < parameter_name >, < numeric_value >...) (название параметра, цифровое значение)	Установка значений параметров пересчета
CALCulate[n]:CONVert:PARAmeter:VALue? < parameter_name > (название параметра)	Запрос значения параметра пересчета
CALCulate[n]:CONVert:PARAmeter:VALue? ALL (BCE)	Запрос значений всех параметров пересчета
CALCulate[n]:CONVert:SNUMber < serial_number > (серийный номер)	Установка серийного номера щупа
CALCulate[n]:CONVert:SNUMber?	Запрос серийного номера щупа
CALCulate[n]:CONVert:SRLow < sub-range_number > (номер поддиапазона)	Выбор низкого поддиапазона ITS-90
CALCulate[n]:CONVert:SRLow?	Запрос низкого поддиапазона ITS-90
CALCulate[n]:CONVert:SRHigh < sub-range_number > (номер поддиапазона)	Выбор высокого поддиапазона ITS-90
CALCulate[n]:CONVert:SRHigh?	Запрос высокого поддиапазона ITS-90
CALCulate[n]:CONVert:TEST? < numeric_parameter > (цифровой параметр) (, < numeric_parameter >) (цифровой параметр)	Проверка вычислений, производимых при пересчете

6.5.4.1 CALCulate[n]:CONVert:CATalog?

Команда запроса, служащая для возврата списка типов пересчета, доступных для указанного входного канала. Номер канала задается при помощи номера суффикса CALC. В строках списка указаны названия типов пересчета (заключенные в двойные кавычки), разделенные запятыми. Доступные типы пересчета зависят от типа модуля, к которому относится канал. В таблице 14 указаны названия доступных типов пересчета для каждого типа входного модуля.

Пример команды: CAL2:CONV:CAT?

Пример отклика:

«I90», «RES», «W», «I68», «CVD», «POLY»

Таблица 11. Мнемокод типа пересчета

Тип входа	Типы пересчета	Мнемокод
PRT/SPRT	ITS-90 (по умолчанию)	I90
	R (Ω)	RES
	W(T90)	W
	IPTS-68	I68
	CVD	CVD
	ПОЛИНОМ	POLY (ПОЛИНОМ)
Термистор	THRM-R(T) (по умолчанию)	TRES
	R (Ω)	RES
	THRM-T(R)	TTEM
	ПОЛИНОМ	POLY (ПОЛИНОМ)
Модуль 2564	ITS-90	I90
	R (Ω)	RES
	W(T90)	W
	IPTS-68	I68
	CVD	CVD
	ПОЛИНОМ	POLY (ПОЛИНОМ)
	THRM-R(T)	TRES
	THRM-T(R)	TTEM
Термопара	ТС-К (по умолчанию)	K
	ВОЛЬТ	VOLT
	ТС-В	B
	ТС-Е	E
	ТС-J	J
Тип входа	Типы пересчета	Мнемонический
	ТС-N	N
	ТС-R	R
	ТС-S	S
	ТС-T	T
	ТС-AU/PT	AUPT
	ТАБЛИЦА	TABL (ТАБЛИЦА)
	ПОЛИНОМ	POLY (ПОЛИНОМ)
Другие	NONE (НЕТ)	NONE (НЕТ)
	ПОЛИНОМ	POLY (ПОЛИНОМ)

6.5.4.2 CALCulate[n]:CONV:COPY < channel > (канал)

Копирование типа расчета, поддиапазонов (ITS-90), серийного номера и коэффициентов из другого канала. Номер канала назначения задается при помощи номера суффикса CALC. Если номер канала пропущен, действия производятся с входным каналом 1. Номер исходного канала задается при помощи параметра < channel > (канал). Если типы двух входных каналов несовместимы, будет отображено сообщение об ошибке «Несовместимый тип» (-294). Копирование параметров не приводит к изменению параметров исходного канала. Приведенная в следующем примере команда служит для копирования параметров щупа из входного канала 1 на входной канал 2.

Пример команды: CALC2:CONV:COPY 1

6.5.4.3 CALCulate[n]:CONV:DATA?

Команда запроса, служащая для возврата последнего измеренного значения температуры для входного канала с указанным номером. Номер канала задается при помощи номера суффикса CALC.

Пример команды: CALC2:CONV:DATA?

Пример отклика: 0,0113

6.5.4.4 CALCulate[n]:CONV:NAME < conversion_name > (название типа пересчета)

Выбор типа пересчета по названию для входного канала с указанным номером. Номер канала задается при помощи номера суффикса CALC. Название типа пересчета < conversion_name > представляет собой мнемокод, обозначающий тип пересчета. Название не должно быть заключено в кавычки. Совместимые типы пересчета зависят от типа модуля, к которому относится канал. Типы пересчета и их названия приведены в таблице 14. В качестве названия типа пересчета при выборе типа пересчета по умолчанию можно использовать DEF.

Пример команды: CALC2:CONV:NAME I90

Таблица 12. Параметры пересчета

Название типа пересчета	Параметры
I90, диапазон 0 (нет)	RTPW
I90, низкий диапазон 1	RTPW, A1, B1, C1, C2, C3, C4, C5
I90, низкий диапазон 2	RTPW, A2, B2, C1, C2, C3
I90, низкий диапазон 3	RTPW, A3, B3, C1
I90, низкий диапазон 4	RTPW, A4, B4
I90, низкий диапазон 5	RTPW, A5, B5
I90, высокий диапазон 6	RTPW, A6, B6, C6, D
I90, высокий диапазон 7	RTPW, A7, B7, C7
I90, высокий диапазон 8	RTPW, A8, B8
I90, высокий диапазон 9	RTPW, A9, B9
I90, высокий диапазон 10	RTPW, A10
I90, высокий диапазон 11	RTPW, A11

W	RTPW
I68	R0, ALPH, DELT, A4, C4
CVD	R0, ALPH, DELT, BETA
POLY (ПОЛИНОМ)	A0, A1, A10
TRES	B0, B1, B2, B3
TTEM	A0, A1, A2, A3
POLY (ПОЛИНОМ)	A0, A1, .A10
K	CJC, CJCT, POIN, T1, ADJ1, T2, ADJ2, T3, ADJ3
B	CJC, CJCT, POIN, T1, ADJ1, T2, ADJ2, T3, ADJ3
E	CJC, CJCT, POIN, T1, ADJ1, T2, ADJ2, T3, ADJ3
J	CJC, CJCT, POIN, T1, ADJ1, T2, ADJ2, T3, ADJ3
N	CJC, CJCT, POIN, T1, ADJ1, T2, ADJ2, T3, ADJ3
R	CJC, CJCT, POIN, T1, ADJ1, T2, ADJ2, T3, ADJ3, DC1, DC2
S	CJC, CJCT, POIN, T1, ADJ1, T2, ADJ2, T3, ADJ3, DC1, DC2
T	CJC, CJCT, POIN, T1, ADJ1, T2, ADJ2, T3, ADJ3
AUPT	CJC, CJCT, POIN, T1, ADJ1, T2, ADJ2, T3, ADJ3, DC1, DC2
TABL (ТАБЛИЦА)	CJC, CJCT, POIN, T1, V1, T2, V2, T10, V10
POLY (ПОЛИНОМ)	CJC, CJCT, C0, C1, C15
POLY (ПОЛИНОМ)	A0, A1, A10

6.5.4.5 CALCulate[n]:CONVert:NAME?

Команда запроса, служащая для возврата названия выбранного типа пересчета для входного канала с указанным номером. Номер канала задается при помощи номера суффикса CALC. Типы пересчета и их названия приведены в таблице 14. При возврате название не заключается в кавычки.

Пример команды: CALC2:CONV:NAME?

Пример отклика: I90

6.5.4.6 CALCulate[n]:CONVert:PARAmeter:CATalog?

Команда запроса, служащая для возврата названий параметров, характеризующих щуп и используемых с выбранным типом пересчета для входного канала с указанным номером. Номер канала задается при помощи номера суффикса CALC. В строках списка указаны названия параметров (заключенные в двойные кавычки), разделенные запятыми. Если для указанного типа пересчета отсутствуют доступные параметры, при возврате отобразится пустая строка, «». Список параметров зависит от выбранного типа пересчета. Характеризующие параметры для различных типов пересчета приведены в таблице 3. В случае с пересчетом ITS-90 список также зависит от того, какие поддиапазоны выбраны (см. разделы 6.5.4.12 и 6.5.4.14).

Пример команды: CALC2:CONV:PAR:CAT?

Пример отклика: «A4», «B4», «A7», «B7», «C7»

6.5.4.7 CALCulate[n]:CONVert:PARAmeter:VALue < parameter_name >, (название параметра) < numeric_value >[, (цифровое значение) < parameter_name >, (название параметра) < numeric_value > (цифровое значение). . .]

Установка значения одного и более параметров пересчета для входного канала с указанным номером. Номер канала задается при помощи номера суффикса CALC. Название параметра < parameter_name > представляет собой имя параметра (см. таблицу 15). Название не должно быть заключено в кавычки. Если указанное название параметра несовместимо с выбранным типом пересчета, отображается сообщение об ошибке «Конфликтующие настройки» (–221). Цифровое значение < numeric_value > представляет собой требуемое значение параметра. Для установки значения параметра по умолчанию также можно использовать DEF. Для параметра CJC допустимы значения 0 (внутренний) и 1 (внешний). Одной командой можно задать несколько параметров, названия которых введены через запятую. Порядок ввода параметров может быть произвольным, но значение должно следовать сразу после названия параметра.

Пример команды: CALC2:CONV:PAR:VAL

RTPW,100.0145,A8,-3.2878E-4,B8,-1.894E-5

6.5.4.8 CALCulate[n]:CONVert:PARAmeter:VALue? < parameter_name > (название параметра)

Команда запроса, служащая для возврата значения выбранного параметра пересчета для входного канала с указанным номером. Номер канала задается при помощи номера суффикса CALC. Название параметра < parameter_name > представляет собой имя параметра (см. таблицу 15). Название не должно быть заключено в кавычки. Если указанное название параметра несовместимо с выбранным типом пересчета, отображается сообщение об ошибке «Конфликтующие настройки» (–221).

Пример команды: CALC2:CONV:PAR:VAL? RTPW

Пример отклика: 100,0145

6.5.4.9 CALCulate[n]:CONVert:PARAmeter:VALue? ALL (BCE)

Команда запроса, служащая для возврата значения всех параметров пересчета для входного канала с указанным номером. Номер канала задается при помощи номера суффикса CALC. При возврате перед значениями стоит название параметра, отделенное запятой. Названия параметров указываются в строках (заключенные в кавычки). Если для указанного канала отсутствуют параметры, при возврате отобразится пустая строка, «».

Пример команды: CALC2:CONV:PAR:VAL? ALL (BCE)

Пример отклика: «RTPW», 100,0145, «A8»,
–3.2878E-4, «B8», –1.894E-5

6.5.4.10 CALCulate[n]:CONVert:SNUMber < serial_number > (серийный номер)

Установка серийного номера щупа для входного канала с указанным номером. Номер канала задается при помощи номера суффикса CALC. Параметр < serial_number > (серийный номер) представляет собой строку (заключенную в кавычки), содержащую серийный номер щупа. Серийный номер может включать не более 8 символов (буквы, цифры, десятичная точка, знак минуса).

Пример команды: CALC2:CONV:SNUM «4-336C»

6.5.4.11 *CALCulate[n]:CONVert:SNUMber?*

Команда запроса, служащая для возврата серийного номера щупа для входного канала с указанным номером. Номер канала задается при помощи номера суффикса CALC. При возврате серийный номер представляет собой строку (заключенную в кавычки).

Пример команды: CALC2:CONV:SNUM?

Пример отклика: «4-336C»

6.5.4.12 *CALCulate[n]:CONVert:SRLow < sub-range_number > (номер поддиапазона)*

Выбор одного из низких поддиапазонов ITS-90 для входного канала с указанным номером. Номер канала задается при помощи номера суффикса CALC. Номер поддиапазона < subrange_number > представляет собой цифру от 0 до 5. Если указана цифра 0, для поддиапазона указывается значение NONE (нет). Если для канала с указанным номером не выбран пересчет ITS-90, отображается сообщение об ошибке «Конфликтующие настройки» (-221).

Пример команды: CALC2:CONV:SRLOW 4

6.5.4.13 *CALCulate[n]:CONVert:SRLow?*

Команда запроса, служащая для возврата выбранного низкого поддиапазона ITS-90 для входного канала с указанным номером. Номер канала задается при помощи номера суффикса CALC n. При возврате поддиапазон обозначается цифрой от 0 до 5. Если для канала с указанным номером не выбран пересчет ITS-90, отображается сообщение об ошибке «Конфликтующие настройки» (-221).

Пример команды: CALC2:CONV:SRLOW?

Пример отклика: 4

6.5.4.14 *CALCulate[n]:CONVert:SRHigh < sub-range_number > (номер поддиапазона)*

Выбор одного из высоких поддиапазонов ITS-90 для входного канала с указанным номером. Номер канала задается при помощи номера суффикса CALC. Номер поддиапазона < subrange_number > либо равен 0, либо представляет собой цифру от 6 до 11. Если указана цифра 0, для поддиапазона указывается значение NONE (нет). Если для канала с указанным номером не выбран пересчет ITS-90, отображается сообщение об ошибке «Конфликтующие настройки» (-221).

Пример команды: CALC2:CONV:SRH 7

6.5.4.15 *CALCulate[n]:CONVert:SRHigh?*

Команда запроса, служащая для возврата выбранного низкого поддиапазона ITS-90 для указанного входного канала. Номер канала задается при помощи номера суффикса CALC. Номер поддиапазона либо равен 0, либо представляет собой цифру от 6 до 11. Если для канала с указанным номером не выбран пересчет ITS-90, отображается сообщение об ошибке «Конфликтующие настройки» (-221).

Пример команды: CALC2:CONV:SRH?

Пример отклика: 7

6.5.4.1 CALCulate[n]:CONVert:TEST? < numeric_value > (цифровое значение) [, < numeric_value >] (цифровое значение)

Команда запроса, служащая для проверки пересчета температуры для входного канала с указанным номером. Команда предназначена для возврата температуры, соответствующей заданным сопротивлению или напряжению. Расчет температуры происходит в выбранных пользователем системных единицах измерения температуры. Номер канала задается при помощи номера суффикса CALC. Сопротивление или напряжение указываются в виде первого параметра < numeric_value > (цифровое значение). Второй параметр < numeric_value > (цифровое значение) используется для указания температуры CJS при пересчете для термопар. Данный параметр игнорируется, если указан внутренний CJS. Параметр пропускается, если указан внешний CJS; принимается значение, равное 0.

Пример команды: CALC2:CONV:TEST? 100.0145

Пример отклика: 0,0100

6.5.5 Команды управления выходным каналом

Данная группа команд служит для управления выходными данными, поступающими на выходные каналы. Команды приведены в таблице 16.

Таблица 13 Команды управления выходным каналом

Команда	Действие
OUTPut[n]:CALC < numeric_value > (цифровое значение)	Выбор типа расчета для выходного канала
OUTPut[n]:CALC?	Запрос типа расчета для выходного канала
OUTPut[n]:NCHannel < channel > (канал)	Выбор отрицательного входного канала для выходного канала
OUTPut[n]:NCHannel?	Запрос отрицательного входного канала для выходного канала
OUTPut[n]:PCHannel < channel > (канал)	Выбор положительного входного канала для выходного канала
OUTPut[n]:PCHannel?	Запрос положительного входного канала для выходного канала
OUTPut[n]::STATe] < Boolean > (булево значение)	Включение или отключение выходного канала
OUTPut[n]::STATe]?	Запрос состояния выходного канала

6.5.5.1 OUTPut[n]:CALC < numeric_value > (цифровое значение)

Выбор типа расчета, результаты которого выводятся на указанный выходной канал. Команда эквивалентна выбору CALCULATION (расчет) при помощи экранной кнопки OUTPUT CHAN (выходной канал) (см. раздел 5.3.2). Номер выходного канала задается при помощи номера суффикса OUTP. Если номер канала пропущен, действия производятся с входным каналом 1. Команду SYST:CONF:OCH? (раздел 6.5.8.12) можно использовать для определения количества установленных выходных каналов. Цифровое значение < numeric_value > означает тип пересчета, как показано в таблице 17. Команда *RST устанавливает значение типа пересчета, равное 0 (температура), для всех выходных каналов.

Пример команды: OUTP1:CALC 0

6.5.5.2 OUTPut[n]:CALC?

Команда запроса, служащая для возврата типа расчета для указанного выходного канала. Номер выходного канала задается при помощи номера суффикса OUTP. Если номер канала пропущен, действия производятся с входным каналом 1. Отклик представляет собой число, соответствующее типу пересчета (см. таблицу 17).

Пример команды: OUTP1:CALC?

Пример отклика: 0

Таблица 14. Типы расчета выходных значений

Номер	Тип
0	температура
1	среднее
2	стандартное отклонение
3	минимум
4	максимум
5	расширение
6	n
7	вход

6.5.5.3 OUTPut[n]:NCHannel < channel > (канал)

Выбор входного канала, прикрепленного к отрицательной цепи выходного канала. Команда эквивалентна выбору -CHANNEL (канал) при помощи экранной кнопки **OUTPUT CHAN** (выходной канал) (см. раздел 5.3.2). Номер выходного канала задается при помощи номера суффикса OUTP. Если номер канала пропущен, действия производятся с входным каналом 1. Номер входного канала задается при помощи параметра < channel > (канал). Номеру канала предшествует символ @, все значение заключено в скобки. Например, комбинация (@2) обозначает входной канал 2. Если входной канал отсутствует, используйте следующую комбинацию: (@). Команда также служит для включения OUTPut:STATe (см. раздел 6.5.5.7). Команда *RST отмечает отрицательный канал как отсутствующий для всех выходных каналов.

Пример команды: OUTP1:NCH (@2)

6.5.5.4 OUTPut[n]:NCHannel?

Команда запроса, служащая для возврата входного канала, прикрепленного к отрицательной цепи выходного канала. Номер выходного канала задается при помощи номера суффикса OUTP. Если номер канала пропущен, действия производятся с входным каналом 1. При возврате номеру канала предшествует символ @, все значение заключено в скобки. Если канал не выбран, возвращается комбинация (@).

Пример команды: OUTP1:NCH?

Пример отклика: (@2)

6.5.5.5 *OUTPut[n]:PCHannel < channel > (канал)*

Выбор входного канала, прикрепленного к положительной цепи выходного канала. Команда эквивалентна выбору +CHANNEL (канал) при помощи функции меню **OUTPUT CHAN** (выходной канал) (см. раздел 5.3.2). Номер выходного канала задается при помощи номера суффикса OUTP. Если номер канала пропущен, действия производятся с входным каналом 1. Номер входного канала задается при помощи параметра < channel > (канал). Номеру канала предшествует символ @, все значение заключено в скобки. Например, комбинация (@2) обозначает входной канал 2. Если входной канал отсутствует, используйте следующую комбинацию: (@). Команда также служит для включения OUTPut:STaTe (см. раздел 6.5.5.7). Команда *RST отмечает положительный канал как отсутствующий для всех выходных каналов.

Пример команды: OUTP1:PCH (@1)

6.5.5.6 *OUTPut[n]:PCHannel?*

Команда запроса, служащая для возврата входного канала, прикрепленного к положительной цепи выходного канала. Номер выходного канала задается при помощи номера суффикса OUTP. Если номер канала пропущен, действия производятся с входным каналом 1. При возврате номеру канала предшествует символ @, все значение заключено в скобки. Если канал не выбран, возвращается комбинация (@).

Пример команды: OUTP1:PCH?

Пример отклика: (@1)

6.5.5.7 *OUTPut[n][:STaTe] < Boolean > (булево значение)*

Включение или отключение вывода данных на указанный выходной канал. Номер выходного канала задается при помощи номера суффикса OUTP. Если номер канала пропущен, действия производятся с входным каналом 1. Ввод булева < Boolean > значения параметра OFF или 0 задает для обоих каналов +CHANNEL и -CHANNEL значение, равное 0, или обозначает каналы как отсутствующие. Ввод булева < Boolean > значения параметра ON или 1 устанавливает канал +CHANNEL в качестве основного входного канала и задает для канала -CHANNEL значение, равное 0, или обозначает его как отсутствующий. Команда *RST служит для отключения всех выходных каналов.

Пример команды: OUTP1 OFF

6.5.5.8 *OUTPut[n][:STaTe]?*

Команда запроса, служащая для возврата состояния указанного выходного канала. Номер выходного канала задается при помощи номера суффикса OUTP. Если номер канала пропущен, действия производятся с входным каналом 1. Отклик представляет собой цифру 1, если вывод данных на канал включен (указан либо +CHANNEL, либо -CHANNEL), или 0, если вывод данных отключен.

Пример команды: OUTP1?

Пример отклика: 0

6.5.6 Команды управления принтером

Данная группа команд служит для управления выводом данных на устройства печати.

Таблица 15. Команды управления принтером

Команда	Действие
HCOPY:ABORT	Отмена печати данных памяти
HCOPY[:IMMEDIATE] <printer_number>,<numeric_value> (номер принтера, цифровое значение)	Печать данных памяти на устройстве печати
HCOPY:PRINter[n]::STATe <Boolean> (булево значение)	Включение или выключение вывода данных на принтер
HCOPY:PRINter[n]::STATe?	Запрос состояния вывода данных на принтер

6.5.6.1 HCOpy:ABORT

Отмена печати данных памяти, запущенной командой HCOPI:IMM.

Пример команды: HCOPI:ABOR

6.5.6.2 HCOpy[:IMMEDIATE] < printer_number >,(номер принтера) < numeric_value > (цифровое значение)

Запуск печати данных памяти на указанном устройстве печати. Команда эквивалентна действию функции меню **PRINT MEMORY** (печать из памяти) (см. раздел 5.3.4). Номер устройства печати задается при помощи значения < printer_number > (номер принтера). Последовательный порт 1 является основным портом принтера. Другим устройствам печати номера присваиваются последовательно. Команду SYST:CONF: PDEV? (раздел 6.5.8.16) можно использовать для определения количества установленных принтеров. Количество результатов измерений, подлежащих печати, задается при помощи цифрового значения < numeric_value >. Для печати всех данных введите MAX. Если указанное количество превышает количество результатов измерений, сохраненных в памяти, отобразится сообщение об ошибке «Данные вне диапазона» (-222). Количество доступных результатов измерений можно определить при помощи команды DATA:POIN? (раздел 6.5.1.9). Для отмены печати предназначена команда HCOPI:ABOR (см. выше). Одновременно производится печать одного результата измерения на линию; в число печатаемых данных входят номер канала, измеренное значение, единица измерения, время и дата. Для настройки параметров порта принтера (например, скорость передачи данных или включение перевода строки) используйте соответствующие команды связи (раздел 6.5.7) или команды настройки устройства (раздел 6.5.8.20). Приведенная в следующем примере команда служит для печати 10 последних результатов измерений, сохраненных в памяти, на устройстве, подключенном к основному последовательному порту.

Пример команды: HCOPI 1,10

6.5.6.3 *HCOPY:PRINter[n]::STATe] < Boolean > (булево значение)*

Включение или выключение вывода результатов измерений на принтер. Команда эквивалентна действию функции меню **PRINT OUTPUT** (вывод на принтер) (см. раздел 5.3.3). Если печать включена, все результаты измерений печатаются в том виде, в каком они были получены. Номер устройства печати задается при помощи номера суффикса PRIN. Если номер принтера пропущен, действия производятся с основным последовательным портом принтера 1. Устройствам печати номера присваиваются последовательно, начиная с цифры 1, обозначающей основной последовательный порт. Команду SYST:CONF: PDEV? (раздел 6.5.8.16) можно использовать для запроса количества установленных принтеров. Ввод булева < Boolean > значения параметра ON или 1 приводит к включению печати, значения OFF или 0 — к выключению. Одновременно производится печать одного результата измерения на линию; в число печатаемых данных входят номер канала, измеренное значение, единица измерения, время и дата. Для настройки параметров порта принтера (например, скорость передачи данных или включение перевода строки) используйте соответствующие команды связи (раздел 6.5.7) или команды настройки устройства (раздел 6.5.8.20). Команда *RST служит для отключения всех устройств печати.

Пример команды: HCOPY:PRIN ON

6.5.6.4 *HCOPY:PRINter[n]::STATe]?*

Команда запроса, служащая для возврата состояния указанного устройства печати. Номер устройства печати задается при помощи номера суффикса PRIN. Если номер принтера пропущен, действия производятся с основным последовательным портом принтера 1. Отклик представляет собой цифру 1, если принтер включен, и 0, если отключен.

Пример команды: HCOPY:PRIN?

Пример отклика: 1

6.7.5 *Команды управления интерфейсом связи*

Данная группа команд (таблица 19) служит для управления настройками основного последовательного порта. Для настройки дополнительных портов связи служит команда SYST:MOD:DEV:WRIT, как описано в разделе 6.5.8.20.

6.5.7.1 *SYSTem:COMMunicate:SERial[:RECeive]:BAUD <numeric_value> (цифровое значение)*

Установка скорости передачи данных основного последовательного порта. Параметр <numeric_value> (цифровое значение) определяет требуемую скорость передачи данных. Будет выбрано ближайшее возможное значение скорости передачи данных. Команда *RST не предназначена для управления скоростью передачи данных.

Пример команды: SYST:COMM:SER:BAUD 2400

6.5.7.2 *SYSTem:COMMunicate:SERial[:RECeive]:BAUD?*

Команда запроса, служащая для возврата скорости передачи данных основного последовательного порта.

Пример команды: SYST:COMM:SER:BAUD?

Пример отклика: 2400

6.5.7.3 SYSTem:COMMunicate:SERial[:RECeive]:FDUPlex < Boolean > (булево значение)

Установка дуплексного режима или режима эхо-сигнала основного последовательного порта. Ввод булева < Boolean > значения параметра приводит к включению или выключению полнодуплексного режима. Значение 1 или ON служит для включения полнодуплексного режима, 0 или OFF — для выключения. Если полнодуплексный режим включен, все полученные символы будут немедленно поступать обратно на передающее устройство. Команда *RST не предназначена для управления дуплексным режимом.

Пример команды: SYST:COMM:SER:FDUP OFF

6.5.7.4 SYSTem:COMMunicate:SERial[:RECeive]:FDUP?

Команда запроса, служащая для возврата дуплексного режима или режима эхо-сигнала основного последовательного порта. Команда приводит к возврату 1, если включен полнодуплексный режим, в противном случае — 0.

Таблица 16. Команды управления интерфейсом связи

Команда	Действие
SYSTem:COMMunicate:SERial[:RECeive]:BAUD<numeric_value> (цифровое значение)	Установка скорости передачи данных основного последовательного порта.
SYSTem:COMMunicate:SERial[:RECeive]:BAUD?	Запрос скорости передачи данных основного последовательного порта.
SYSTem:COMMunicate:SERial[:RECeive]:FDUPlex	Выбор дуплексного режима (режима эхо-сигнала) основного последовательного порта
SYSTem:COMMunicate:SERial[:RECeive]:FDUP?	Запрос дуплексного режима (режима эхо-сигнала) основного последовательного порта
SYSTem:COMMunicate:SERial[:RECeive]:LINefeed <Boolean> (булево значение)	Включение или выключение перевода строки для основного последовательного порта
SYSTem:COMMunicate:SERial[:RECeive]:LINefeed?	Запрос перевода строки для основного последовательного порта

Пример команды: SYST:COMM:SER:FDUP?

Пример отклика: 0

6.5.7.5 SYSTem:COMMunicate:SERial[:RECeive]:LINefeed <Boolean> (булево значение)

Включение или выключение перевода строки для основного последовательного порта. Булево < Boolean > значение 1 или ON служит для включения перевода строки, 0 или OFF — для выключения. Если перевод строки включен, символ перевода строки (ASCII 10 в десятичной системе) во время передачи будет добавляться к возврату каретки в конце каждой строки. Команда *RST не предназначена для управления переводом строки.

Пример команды: SYST: COMM:SER:LIN ON

6.5.7.6 SYSTem:COMMunicate:SERial[:RECeive]:LINefeed?

Команда запроса, служащая для возврата перевода строки основного последовательного порта. Команда приводит к возврату 1, если включен перевод строки, в противном случае — 0.

Пример команды: SYST:COMM:SER:LIN?

Пример отклика: 1

6.5.6 Модульные команды

Данная группа команд (таблица 20) служит для установки настроек модуля и осуществления прямой связи с модульными устройствами.

Таблица 17. Модульные команды

Команда	Действие
SYSTem:CONFigure:CDEvice?	Запрос количества устройств связи
SYSTem:CONFigure:COMMunicate[n]:DADDRESS?	Запрос адреса устройства связи
SYSTem:CONFigure:COMMunicate[n]:MADDRESS?	Запрос адреса модуля устройства связи
SYSTem:CONFigure:ICHannel?	Запрос количества входных каналов
SYSTem:CONFigure:IDEvice?	Запрос количества входных устройств
SYSTem:CONFigure:INPut[n]:DADDRESS?	Запрос адреса входного устройства
SYSTem:CONFigure:INPut[n]:MADDRESS?	Запрос адреса модуля входного устройства
SYSTem:CONFigure:MNUMBER?	Запрос количества модулей
SYSTem:CONFigure:MODule[n]:DEvice[n]:INformation?	Запрос сведений об устройстве
SYSTem:CONFigure:MODule[n]:DNUMBER?	Запрос количества устройств на модуле
SYSTem:CONFigure:MODule[n]:INformation?	Запрос сведений о модуле
SYSTem:CONFigure:OCHannel?	Запрос количества выходных каналов
SYSTem:CONFigure:ODEvice?	Запрос количества выходных устройств
SYSTem:CONFigure:OUTPut[n]:DADDRESS?	Запрос адреса выходного устройства
SYSTem:CONFigure:OUTPut[n]:MADDRESS?	Запрос адреса модуля выходного устройства
SYSTem:CONFigure:PDEvice?	Запрос количества устройств печати
SYSTem:CONFigure:PRINter[n]:DADDRESS?	Запрос адреса устройства печати
SYSTem:CONFigure:PRINter[n]:MADDRESS?	Запрос адреса модуля устройства печати
SYSTem:MODule[n]:DEvice[n]:READ?	Считывание данных с модульного устройства
SYSTem:MODule[n]:DEvice[n]:WRITE	Запись данных на модульное устройство

6.5.8.1 SYSTem:CONFigure:CDEvice?

Команда запроса, служащая для возврата количества установленных устройств связи.

Пример команды: SYST:CONF:CDEV?

Пример отклика: 3

6.5.8.2 *SYSTem:CONFigure:COMMunicate[n]:DADdress?*

Команда запроса, служащая для возврата адреса указанного устройства связи (номера устройства на модуле). Номер устройства связи задается при помощи номера суффикса COMM. Устройствам связи последовательно присваиваются номера, начиная с цифры 1, обозначающей основной последовательный порт. Команду SYST:CONF:CDEV? можно использовать для определения количества установленных устройств связи.

Пример команды: SYST:CONF:COMM3:DADD?

Пример отклика: 2

6.5.8.3 *SYSTem:CONFigure:COMMunicate[n]:MADdress?*

Команда запроса, служащая для возврата модульного номера или адреса модуля, на котором установлено указанное устройство связи. Номер устройства связи задается при помощи номера суффикса COMM. Устройствам связи последовательно присваиваются номера, начиная с цифры 1, обозначающей основной последовательный порт. Команду SYST:CONF:CDEV? можно использовать для запроса количества установленных устройств связи.

Пример команды: SYST:CONF:COMM3:MADD?

Пример отклика: 3

6.5.8.4 *SYSTem:CONFigure:ICHannel?*

Команда запроса, служащая для возврата общего количества установленных входных каналов. Пример команды: SYST:CONF:ICH? Пример отклика: 10

6.5.8.5 *SYSTem:CONFigure:IDEVice?*

Команда запроса, служащая для возврата количества установленных входных устройств.

Пример команды: SYST:CONF:IDEV?

Пример отклика: 2

6.5.8.6 *SYSTem:CONFigure:INPut[n]:DADdress?*

Команда запроса, служащая для возврата адреса указанного входного устройства (номера устройства на модуле). Номер входного устройства задается при помощи номера суффикса INP. Входным устройствам последовательно присваиваются номера, начиная с цифры 1, обозначающей основной последовательный порт. Команду SYST:CONF:IDEV? (раздел 6.5.8.5) можно использовать для определения количества установленных входных устройств.

Пример команды: SYST:CONF:INP2:DADD?

Пример отклика: 1

6.5.8.7 SYSTem:CONFigure:INPut[n]:MADDress?

Команда запроса, служащая для возврата номера модуля, на котором установлено указанное входное устройство. Номер входного устройства задается при помощи номера суффикса INP. Входным устройствам последовательно присваиваются номера, начиная с цифры 1, обозначающей основной последовательный порт. Команду SYST:CONF:IDEV? (раздел 6.5.8.5) можно использовать для определения количества установленных входных устройств.

Пример команды: SYST:CONF:INP2:MADD?

Пример отклика: 2

6.5.8.8 SYSTem:CONFigure:MNUMber?

Команда запроса, служащая для возврата количества установленных модулей.

Пример команды: SYST:CONF:MNUM?

Пример отклика: 3

6.5.8.9 SYSTem:CONFigure:MODule[n]:DEVice[n]:INFormation?

Команда запроса, служащая для возврата сведений об указанном устройстве. Устройство обозначается номерами модуля и устройства. Номерам модуля и устройства присваиваются суффиксы MOD и DEV соответственно. Команду SYST:CONF:MNUM? (раздел 6.5.8.8) можно использовать для запроса количества установленных модулей; команду SYST:CONF:MOD[n]:DNUM? (раздел 6.5.8.10) — для определения количества устройств на модуле.

Отклик имеет следующий формат:

< name >, (название) < class >, (класс) < channels > (каналы)

Параметр < name > (название) представляет собой строку, заключенную в кавычки и обозначающую название устройства. Параметр < class > (класс) представляет собой мнемонический символ (без кавычек), обозначающий класс модуля. Входу соответствует суффикс INP, выводу данных — OUP, выводу на принтер — PRIN, связи — COMM. Параметр < channels > (каналы) представляет собой числовое значение, соответствующее количеству каналов на устройстве.

Пример команды: SYST:CONF:MOD1:DEV1:INF?

Пример отклика: «SPRT», INP, 2

6.5.8.10 SYSTem:CONFigure:MODule[n]:DNUMber?

Команда запроса, служащая для возврата количества устройств на указанном модуле. Номер модуля задается при помощи номера суффикса MOD. Команду SYST:CONF:MNUM? (раздел 6.5.8.8) можно использовать для определения количества установленных модулей.

Пример команды: SYST:CONF:MOD3:DNUM?

Пример отклика: 5

6.5.8.11 *SYSTem:CONFigure:MODule[n]:INFormation?*

Команда запроса, служащая для возврата сведений об указанном модуле. Номер модуля задается при помощи номера суффикса MOD. Команду SYST:CONF:MNUM? (раздел 6.5.8.8) можно использовать для определения количества установленных модулей.

Отклик имеет следующий формат:

< name >, (название) < devices >, (устройства) < model number >, (номер модели)

< serial_number >, (серийный номер) < firmware version > (версия прошивки)

Параметр < name > (название) представляет собой строку, заключенную в кавычки и обозначающую название модуля. Параметр < devices > (устройства) представляет собой числовое значение, соответствующее количеству устройств на модуле. Параметр < model number > (номер модели) представляет собой символ (без кавычек), обозначающий номер модели модуля. Параметр < serial number > (серийный номер) представляет собой символ (без кавычек), обозначающий серийный номер модуля. Если серийный номер недоступен, возвращается значение 0. Параметр < firmware version > (версия прошивки) представляет собой числовое значение формы *v.vv*, обозначающее номер версии прошивки модуля.

Пример команды: SYST:CONF:MOD1:INF?

Пример отклика: «SPRT», 1,2560, A26123, 1.12

6.5.8.12 *SYSTem:CONFigure:OCHannel?*

Команда запроса, служащая для возврата общего количества установленных выходных каналов.

Пример команды: SYST:CONF:OCH?

Пример отклика: 1

6.5.8.13 *SYSTem:CONFigure:ODEVice?*

Команда запроса, служащая для возврата количества установленных выходных устройств.

Пример команды: SYST:CONF:ODEV?

Пример отклика: 1

6.5.8.14 *SYSTem:CONFigure:OUTPut[n]:DADdress?*

Команда запроса, служащая для возврата адреса указанного выходного устройства (номера устройства на модуле). Номер выходного устройства задается при помощи номера суффикса OUTP. Выходным устройствам последовательно присваиваются номера, начиная с цифры 1. Команду SYST:CONF:ODEV? (раздел 6.5.8.13) можно использовать для определения количества установленных выходных устройств.

Пример команды: SYST:CONF:OUTP1:DADD?

Пример отклика: 5

6.5.8.15 *SYSTem:CONFigure:OUTPut[n]:MADdress?*

Команда запроса, служащая для возврата модульного номера или адреса модуля, на котором установлено указанное выходное устройство. Номер выходного устройства задается при помощи номера суффикса OUTP. Выходным устройствам последовательно присваиваются номера, начиная с цифры 1. Команду SYST:CONF:ODEV? (раздел 6.5.8.13) можно использовать для определения количества установленных выходных устройств.

Пример команды: SYST:CONF:OUTP1:MADD?

Пример отклика: 3

6.5.8.16 *SYSTem:CONFigure:PDEVice?*

Команда запроса, служащая для возврата количества установленных устройств печати.

Пример команды: SYST:CONF:PDEV?

Пример отклика: 1

6.5.8.17 *SYSTem:CONFigure:PRINter[n]:DADdress?*

Команда запроса, служащая для возврата адреса указанного устройства печати (номера устройства на модуле). Номер устройства печати задается при помощи номера суффикса PRIN. Устройствам печати последовательно присваиваются номера, начиная с цифры 1. Команду SYST:CONF: PDEV? (раздел 6.5.8.16) можно использовать для определения количества установленных принтеров.

Пример команды: SYST:CONF:PRIN1:DADD?

Пример отклика: 4

6.5.8.18 *SYSTem:CONFigure: PRINter[n]:MADdress?*

Команда запроса, служащая для возврата модульного номера или адреса модуля, на котором установлено указанное устройство печати. Номер устройства печати задается при помощи номера суффикса PRIN. Устройствам печати последовательно присваиваются номера, начиная с цифры 1. Команду SYST:CONF: PDEV? (раздел 6.5.8.16) можно использовать для определения количества установленных принтеров.

Пример команды: SYST:CONF:PRIN1:MADD?

Пример отклика: 3

6.5.8.19 *SYSTem:MODule[n]:DEVice[n]:READ? < device_command > (команда устройства)*

Команда запроса, служащая для считывания параметров настроек непосредственно с устройства. Устройство обозначается номерами модуля и устройства. Номерам модуля и устройства присваиваются суффиксы MOD и DEV соответственно. Команду SYST:CONF:MNUM? (раздел 6.5.8.8) можно использовать для определения количества установленных модулей; команду SYST:CONF:MOD[n]:DNUM? (раздел 6.5.8.10) — для определения количества устройств на модуле. Параметр < device_command > (команда устройства) представляет собой строку команды (в кавычках), передаваемую на устройство. Для каждого устройства существует уникальный набор команд (список команд для устройства см. в инструкции по эксплуатации конкретного модуля). Отклик может представлять собой числовое значение или символ в зависимости от особенностей устройства.

Пример команды: SYST:MOD2:DEV1:READ? «CURR»

Пример отклика: 10

6.5.8.20 *SYSTem:MODule[n]:DEVice[n]:WRITe < device_command >, (команда устройства) < value > (значение)*

Отправка напрямую на устройство команды, служащей для установки параметра настройки. Устройство обозначается номерами модуля и устройства. Номерам модуля и устройства присваиваются суффиксы MOD и DEV соответственно. Команду SYST:CONF:MNUM? (раздел 6.5.8.8) можно использовать для определения количества установленных модулей; команду SYST:CONF:MOD[n]:DNUM? (раздел 6.5.8.10) — для определения количества устройств на модуле. Параметр < device_command > (команда устройства) представляет собой строку команды (в кавычках), передаваемую на устройство. Для каждого устройства существует уникальный набор команд (список команд для устройства см. в инструкции по эксплуатации конкретного модуля). Параметр < value > (значение), представляющий собой числовое значение или символ в зависимости от команды, можно использовать для настройки параметра. Команда *RST не предназначена для управления параметрами настройки устройства.

Пример команды: SYST:MOD2:DEV1:WRITE «CURR», 10

6.5.6 Системные команды

Данная группа команд служит для управления общей конфигурацией системы. Команды приведены в таблице 21.

Таблица 18. Системные команды

Команда	Действие
*IDN?	Запрос идентификатора устройства
*OPT?	Возврат номеров моделей установленных модулей
*RST	Сброс системы
SYSTem:DATE < year >, (год) < month >, (месяц) < day > (день)	Настройка даты
SYSTem:DATE?	Запрос даты
SYSTem:SNUMber < serial_number > (серийный номер)	Установка серийного номера системы
SYSTem:SNUMber?	Запрос серийного номера системы
SYSTem:TIME < hour >, (часы) < minute >, (минуты) < second > (секунды)	Настройка времени
SYSTem:TIME?	Запрос времени
SYSTem:VERSion?	Запрос номера используемой версии SCPI
UNIT:TEMPerature < unit > (единица)	Выбор единицы измерения температуры
UNIT:TEMPerature?	Запрос текущей настройки единицы измерения температуры

6.5.9.1 *IDN?

Команда запроса, служащая для возврата строки идентификатора устройства, содержащей данные о производителе, номер модели, серийный номер и версию прошивки. Для установки серийного номера служит команда SYST:SNUM (раздел 6.5.9.6). Если серийный номер недоступен, возвращается значение 0. Отклик имеет следующий формат:

HART,1560, < serial_number >, (серийный номер) < v.vv >

Пример команды: *IDN?

Пример отклика: HART,1560,641022,1.11

6.5.9.2 *OPT?

Команда запроса, служащая для возврата списка установленных модулей. Модули в списке указаны в соответствии с положением, 8 вариантов расположения спереди назад. Указывается номер модели установленного модуля, в противном случае возвращается значение 0. Номера разделяются запятыми. Например, если на устройстве 1560 установлен один модуль 2560 SPRT на передней стороне и два модуля сканирования термопар 2566, при вводе указанной команды отклик будет иметь следующий вид.

Пример команды: *OPT?

Пример отклика: 2560,2566,2566,0,0,0,0,0

6.5.9.3 *RST

Установка указанных значений для эксплуатационных параметров устройства. Команда эквивалентна использованию функции SYSTEM RESET (сброс системы) в меню экранной кнопки SYSTEM (система). Команда запускает выполнение следующих действий:

- Отключение режима измерения.
- Установка значения номера COUNT N, равного 1.
- Установка задержки измерения на 0.
- Установка входного канала 1 в качестве основного канала.
- Составление списка каналов, подлежащих сканированию, в который входят все каналы.
- Установка режима сканирования для основного канала.
- Отключение усреднения входящих данных.
- Отключение соединения со всеми выходными каналами посредством установки номеров положительного и отрицательного входных каналов на 0 и установки значения типа расчета для температуры.
- Отключение печати для всех интерфейсов устройств печати.
- Удаление статистических функций.
- Установка единиц C.

Команда не предназначена для управления параметрами щупа и характеризующими коэффициентами, настройками вывода, временем, настройками пароля, настройками модульных устройств, параметрами калибровки или регистрами состояния связи.

Пример команды: *RST

6.5.9.4 SYSTem:DATE < year >, (год) < month >, (месяц) < day > (день)

Установка значения даты. Команда эквивалентна установке даты при помощи функции TIME в меню экранной клавиши SYSTEM. Параметр < year > (год) представляет собой четырехзначное число. Параметр < month > (месяц) представляет собой одно- или двузначное число от 1 до 12. Параметр < day > (день) представляет собой одно- или двузначное число от 1 до 31.

Пример команды: SYST:DATE 1996,5,23

6.5.9.5 SYSTem:DATE?

Возврат значения даты. Отклик имеет формат < year >, (год) < month >, (месяц) < day > (день).

Пример команды: SYST:DATE?

Пример отклика: 1996,5,23

6.5.9.6 SYSTem:SNUMber < serial_number > (серийный номер)

Установка серийного номера устройства. Серийный номер отображается в поле серийного номера идентификатора, запрошенного командой *IDN? (раздел 6.5.9.1). Серийный номер может состоять из любых цифр и букв и иметь длину от 1 до 10 символов. Серийный номер по умолчанию — 0. Команда *RST не предназначена для управления серийным номером.

Пример команды: SYST:SNUM 641022

6.5.9.7 SYSTem:SNUMber?

Команда запроса, служащая для возврата серийного номера устройства. Если серийный номер не задан, возвращается значение 0.

Пример команды: SYST:SNUM?

Пример отклика: 641022

6.5.9.8 SYSTem:TIME < hour >, (часы) < minute >, (минуты) < second > (секунды)

Установка значения времени. Команда эквивалентна установке времени при помощи функции TIME в меню экранной клавиши SYSTEM. Параметр < hour > (час) представляет собой одно- или двузначное число от 0 до 23 (24-часовой режим), например, 23 соответствует 11:00 вечера. Параметр < minute > (минута) представляет собой одно- или двузначное число от 0 до 59. Параметр < second > (секунда) представляет собой одно- или двузначное число от 0 до 60.

Пример команды: SYST:TIME 11,43,23

6.5.9.9 SYSTem:TIME?

Возврат значения времени. Отклик имеет формат < hour >, (часы) < minute >, (минуты) < second > (секунды).

Пример команды: SYST:TIME?

Пример отклика: 11,43,23

6.5.9.10 SYSTem:VERSion?

Возврат номера версии SCPI.

Пример команды: SYST:VERS?

Пример отклика: 1994,0

6.5.9.11 *UNIT:TEMPerature <unit> (единица)*

Установка системных единиц измерения температуры. Команда эквивалентна выбору единиц при помощи функции UNITS в меню экранной клавиши SYSTEM. Параметр < unit > (единица) выглядит как C или CEL при измерении в системе Цельсия, F или FAR — Фаренгейта, K — Кельвина. Команда *RST служит для установки единиц измерения в системе Цельсия.

Пример команды: UNIT:TEMP C

6.5.9.12 *UNIT:TEMPerature?*

Возврат системной единицы измерения температуры. Отзыв представляет собой параметр CEL при измерении в системе Цельсия, FAR — Фаренгейта, K — Кельвина.

Пример команды: UNIT:TEMP?

Пример отклика: CEL

6.5.6 *Команды состояния*

Данная группа команд служит для отображения состояния устройства. Команды приведены в таблице 22. Команда *RST не оказывает прямого влияния на регистры состояния и очереди.

6.5.10.1 **CLS*

Очистка регистров состояния. Очистка регистра состояния событий, регистра состояния события функционирования, регистра событий сомнительного состояния и очереди системных ошибок. Обновление регистра байтов состояния, показывающего, что регистр состояния событий, регистр состояния условий функционирования и регистр событий сомнительного состояния очищены. Команда недействительна для регистра состояния условий функционирования, регистра событий сомнительного состояния, регистра активации состояния событий, регистра активации состояния функционирования, регистра активации сомнительного состояния или выходной очереди (очереди откликов).

6.5.10.2 **ESE < numeric_value > (цифровое значение)*

Установка значения регистра активации состояния событий. Данный регистр определяет, какие биты событий регистра состояния событий оказывают влияние на бит сообщения-сводки о событиях ESB регистра байта состояния. Если любой бит события регистра состояния событий устанавливается (1) одновременно с установкой соответствующего маскировочного бита в регистре активации состояния событий, происходит также установка бита сообщения-сводки о событиях ESB регистра байта состояния. Числовое значение < numeric_value > параметра представляет собой число от 1 до 255, являющееся суммой взвешенных двоичных значений каждого маскировочного бита. Сведения о регистре состояния событий приведены в разделе 6.5.10.4 ниже. Приведенная в следующем примере команда служит для установки бита ESB в регистре байта состояния в случае возникновения ошибки команды или ошибки выполнения.

Пример команды: *ESE 48

6.5.10.3 *ESE?

Возврат регистра активации состояния событий (см. раздел 6.5.10.2 выше).

Пример команды: *ESE?

Пример отклика: 48

6.5.10.4 *ESR?

Команда запроса, служащая для возврата регистра состояния событий. Также команда предназначена для очистки регистра состояния событий и удаления бита ESB регистра байта состояния. Возвращаемое значение указывает на состояние каждого из восьми битов регистра посредством добавления взвешенных двоичных значений каждого бита. Значение каждого бита при установке (1) описано далее; 0 — наименее значимый бит, 7 — наиболее значимый.

- 0 Операция завершена (OPC). Выполнение последней команды завершено.
- 1 Проверка запроса (RQC). Для данного устройства команда не выполняется.
- 2 Ошибка запроса (QYE). Попытка прочтения сведений при условии, что они недоступны или ожидающие сведения отсутствуют.
- 3 Аппаратно-зависимая ошибка (DDE). Ошибка аппаратного обеспечения.
- 4 Ошибка выполнения (EXE). Получен недопустимый параметр для команды или выполнение команды невозможно при текущих условиях.
- 5 Ошибка команды (CME). Получена нераспознанная команда или команда с некорректным синтаксисом.
- 6 Запрос пользователя (URQ). Для данного устройства команда не выполняется.
- 7 Включение питания (PON). Всегда отображается после включения питания.

Бит ESB регистра байта состояния (раздел 6.5.10.9) устанавливается (1) одновременно с установкой любого бита регистра состояния событий и соответствующего маскировочного бита в регистре активации состояния событий (раздел 6.5.10.3). Очистка регистра состояния событий происходит после получения команды запроса ESR? или команды *CLS. Отклик на приведенную команду поступает после получения устройством 1560 некорректной команды в случае, если ошибки не повторяются.

Пример команды: *ESR?

Пример отклика: 32

6.5.10.5 *OPC

Команда приводит к установке бита события «Операция завершена (OPC)» в регистре состояния событий после завершения выполнения всех ожидающих команд. Так как на устройстве команды выполняются последовательно, в данной команде нет необходимости.

Таблица 19. Команды состояния

Команда	Действие
*CLS	Очистка состояния
*ESE < numeric_value > (цифровое значение)	Стандартный регистр активации состояния событий
*ESE?	Запрос стандартного регистра активации состояния событий
*ESR?	Запрос стандартного регистра состояния событий
*OPC	Сообщение о завершении операции
*OPC?	Отметка запроса о завершении операции
*SRE < numeric_value > (цифровое значение)	Регистр запроса активации функций
*SRE?	Запрос регистра запроса активации функций
*STB?	Запрос байта состояния
*TST?	Осуществление самотестирования и возврат состояния
*WAI	Ожидание продолжения
STATus:OPERation:CONDition?	Запрос регистра состояния условий функционирования
STATus:OPERation:ENABLE < numeric_value > (цифровое значение)	Регистр активации события функционирования
STATus:OPERation:ENABLE?	Запрос регистра активации события функционирования
STATus:OPERation[:EVENT]?	Запрос регистра состояния события функционирования
STATus:PRESet	Установка значений регистров состояния по умолчанию
STATus:QUEStionable:CONDition?	Запрос регистра событий сомнительного состояния
STATus:QUEStionable:ENABLE < numeric_value > (цифровое значение)	Регистр активации событий сомнительного состояния
STATus:QUEStionable:ENABLE?	Запрос регистра активации событий сомнительного состояния
STATus:QUEStionable [:EVENT]?	Запрос регистра событий сомнительного состояния
STATus:QUEue[:NEXT]?	Системное сообщение об ошибке запроса
SYSTem:ERRor?	Системное сообщение об ошибке запроса

6.5.10.6 *OPC?

Возврат значения «1» после завершения выполнения всех ожидающих команд. Так как на устройстве команды выполняются последовательно, в данной команде нет необходимости.

6.5.10.7 *SRE < numeric_value > (цифровое значение)

Установка значения регистра запроса активации функций. Данный регистр определяет, какие биты событий регистра байта состояния оказывают влияние на бит сообщения о состоянии главного вывода MSS регистра байта состояния и приводят к созданию запроса на обслуживание при работе с интерфейсом IEEE-488. Если любой бит события регистра байта состояния устанавливается (1) одновременно с установкой соответствующего маскировочного бита в регистре запроса активации функций, происходит также установка бита сообщения о состоянии главного вывода MSS и создается запрос на обслуживание. Числовое значение < numeric_value > параметра представляет собой число от 1 до 255, являющееся суммой взвешенных двоичных значений каждого маскировочного бита. Сведения о регистре байта состояния приведены в разделе 5.5.10.9 ниже. Приведенная в следующем примере команда служит для установки бита MSS в регистре байта состояния и созданию запроса на обслуживание в случае установки бита ESB регистра байта состояния.

Пример команды: *SRE 32

6.5.10.8 *SRE?

Возврат регистра запроса активации функций (см. раздел 6.5.10.7 выше).

Пример команды: *SRE?

Пример отклика: 32

6.5.10.9 *STB?

Возврат регистра байта состояния. Чтение данного регистра не оказывает влияния на сам регистр или очередь вывода. Возвращаемое значение указывает на состояние каждого из восьми битов регистра посредством добавления взвешенных двоичных значений каждого бита. Значение каждого бита при установке (1) описано далее; 0 — наименее значимый бит, 7 — наиболее значимый.

- 0 Не работает, всегда 0.
- 1 Не работает, всегда 0.
- 2 Бит ошибки (ERR). Указывает, что сообщение об ошибке поставлено в очередь ошибок.
- 3 Бит сомнительного состояния (QSB). Указывает на установку бита в регистре событий сомнительного состояния и соответствующего ему маскировочного бита в регистре активации сомнительного состояния. Бит удаляется одновременно с очисткой регистра событий сомнительного состояния (после считывания, см. раздел 6.5.10.20).
- 4 Сообщение доступно (MAV). Указывает, что в очереди вывода присутствуют данные. (Действительно только для запроса на обслуживание IEEE-488 и последовательного опроса).
- 5 Бит состояния события (ESB). Указывает на установку бита в регистре состояния событий и соответствующего ему маскировочного бита в регистре активации состояния событий. Бит удаляется одновременно с очисткой регистра состояния событий (после считывания, см. раздел 6.5.10.4).

- 6 Главное общее состояние (MSS). Указывает на установку любого другого бита в регистре байта состояния и соответствующего ему маскировочного бита в регистре запроса активации функций (см. раздел 6.5.10.7).
- 7 Бит состояния функционирования. Указывает на установку бита в регистре состояния события функционирования и соответствующего ему маскировочного бита в регистре активации состояния функционирования. Бит удаляется одновременно с очисткой регистра состояния события функционирования (после считывания, см. раздел 6.5.10.15).

Чтение регистра байта состояния возможно также при помощи интерфейса IEEE-488 с последовательным опросом (см. раздел 14.4.5). Регистр байта состояния нельзя настроить или очистить напрямую, так как он служит для постоянного отслеживания текущего состояния устройства. Отклик на приведенную команду поступает после получения устройством 1560 некорректной команды в случае, если установлен маскировочный бит CME в регистре активации состояния событий и маскировочный бит ESB в регистре запроса активации функций, при этом прочие ошибки отсутствуют.

Пример команды: *STB?

Пример отклика: 100

6.5.10.10 *TST?

Команда запроса, служащая для запуска самотестирования и отображения сведений о найденных ошибках. Если ошибки не обнаружены, в качестве отклика отображается 0. В настоящее время самотестирование может быть запущено только при включении, поэтому при вводе данной команды всегда возвращается 0.

6.5.10.11 *WAI

Команда, служащая для ввода устройства в режим ожидания завершения выполнения всех команд (перекрывающихся команд) перед выполнением последующих команд. Так как на устройстве команды выполняются последовательно, в данной команде нет необходимости.

6.5.10.12 STATus:OPERation:CONDition?

Команда запроса, служащая для считывания регистра состояния условий функционирования. Чтение данного регистра не оказывает влияния на сам регистр. Возвращаемое значение указывает на состояние каждого из восьми битов регистра посредством добавления взвешенных двоичных значений каждого бита. Значение каждого бита при установке (1) описано далее; 0 — наименее значимый бит, 7 — наиболее значимый.

0-3 Не работает, всегда 0.

4 Измерение. Получение результатов последнего измерения.

5-15 Не работает, всегда 0.

Отклик на приведенную команду последует, если режим измерения включен или устройство находится в режиме COUNT.

Пример команды: STAT:OPER:COND?

Пример отклика: 16

6.5.10.13 *STATus:OPERation:ENABle < numeric_value > (цифровое значение)*

Регистр активации состояния функционирования. Данный регистр определяет, какие биты событий регистра состояния события функционирования оказывают влияние на бит состояния функционирования (OSB, бит 7) регистра байта состояния. Если любой бит регистра состояния события функционирования устанавливается (1) одновременно с установкой соответствующего маскировочного бита в регистре активации состояния функционирования, происходит также установка бита состояния функционирования в регистре байта состояния. Числовое значение < numeric_value > параметра представляет собой число от - до 65535, являющееся суммой взвешенных двоичных значений каждого маскировочного бита. Сведения о регистре состояния события функционирования приведены в разделе 6.5.10.15. Приведенная в следующем примере команда служит для установки бита OSB в регистре байта состояния в случае получения новых результатов измерений.

Пример команды: STAT:OPER:ENAB 16

6.5.10.14 *STATus:OPERation:ENABle?*

Возврат регистра активации состояния функционирования (см. раздел 6.5.10.13 выше).

Пример команды: STAT:OPER:ENAB?

Пример отклика: 16

6.5.10.15 *STATus:OPERation[:EVENT]?*

Команда запроса, служащая для считывания регистра состояния события функционирования. Биты данного регистра устанавливаются одновременно с установкой соответствующих битов в регистре состояния условий функционирования. Бит сохраняется в регистре даже в случае, если соответствующий бит в регистре состояния условий функционирования возвращает значение FALSE (ложный). После чтения регистра состояния события функционирования происходит его очистка. Очистку регистра можно произвести также при помощи команды *CLS (см. раздел 6.5.10.1).

0-3 Не работает, всегда 0.

4 Измерение завершено. Получены результаты последнего измерения.

5-15 Не работает, всегда 0.

Отклик на приведенную команду последует, если со времени поступления последней команды такого рода был получен новый результат измерения.

Пример команды: STAT:OPER?

Пример отклика: 16

6.5.10.16 *STATus:PRESet*

Установка как для регистра активации состояния функционирования, так и для регистра активации сомнительного состояния значения 0 (см. разделы 6.5.10.13 и 6.5.10.18).

6.5.10.17 STATus:QUESTionable:CONDition?

Команда запроса, служащая для считывания регистра событий сомнительного состояния. Чтение данного регистра не оказывает влияния на сам регистр. Возвращаемое значение указывает на состояние каждого из восьми битов регистра посредством добавления взвешенных двоичных значений каждого бита. Значение каждого бита при установке (1) описано далее; 0 — наименее значимый бит, 7 — наиболее значимый.

0-3 Не работает, всегда 0.

4 Температура. Результат последнего измерения температуры находится за пределами диапазона или сомнителен. После получения новых допустимых результатов измерения происходит сброс данного бита.

5-15 Не работает, всегда 0.

6.5.10.18 STATus:QUESTionable:ENABle < numeric_value > (цифровое значение)

Регистр активации сомнительного состояния. Данный регистр определяет, какие биты событий регистра событий сомнительного состояния оказывают влияние на бит сомнительного состояния (QSB, бит 3) регистра байта состояния. Если любой бит регистра событий сомнительного состояния устанавливается (1) одновременно с установкой соответствующего маскировочного бита в регистре активации сомнительного состояния, происходит также установка бита QSB в регистре байта состояния. Числовое значение < numeric_value > параметра представляет собой число от - до 65535, являющееся суммой взвешенных двоичных значений каждого маскировочного бита. Сведения о регистре событий сомнительного состояния приведены в разделе 6.5.10.20.

6.5.10.19 STATus:QUESTionable:ENABle?

Возврат регистра активации сомнительного состояния (см. раздел 6.5.10.18 выше).

6.5.10.20 STATus:QUESTionable[:EVENT]?

Команда запроса, служащая для считывания регистра событий сомнительного состояния. При чтении этого регистра происходит его очистка. Возвращаемое значение указывает на состояние каждого из восьми битов регистра посредством добавления взвешенных двоичных значений каждого бита. Значение каждого бита при установке (1) описано далее; 0 — наименее значимый бит, 7 — наиболее значимый.

0-3 Не работает, всегда 0.

4 Температура. Результат предыдущего измерения температуры находился за пределами диапазона или был сомнителен.

5-15 Не работает, всегда 0.

6.5.10.21 STATus:QUEue[:NEXT]?

Команда запроса, аналогичная команде SYST:ERR? (см. ниже).

6.5.10.22 SYSTEM:ERRor?

Команда запроса, служащая для возврата сообщений о системных ошибках (если они имеются в очереди ошибок). При возникновении ошибки отображается одно сообщение об ошибке. В очереди ошибок может находиться до двух сообщений. Сообщения отображаются в порядке появления. После прочтения сообщение удаляется из очереди и отображается следующее сообщение. Если перед прочтением сообщений происходит более двух ошибок, второе сообщение в очереди будет иметь вид «Переполнение очереди» и все сообщения, за исключением первого, будут удалены. Любая ошибка приводит к появлению бита ошибки (ERR, бит 2) в регистре байта состояния (см. раздел 6.5.10.9). Сообщения об ошибках отображаются в следующем формате:

**< error_number >, (номер ошибки) « < error_description > »
(описание ошибки)**

Номер ошибки < error_number > представляет собой число –32768 или 32767. Если в очереди отсутствуют сообщения об ошибках, отображается следующее сообщение:

0, «Ошибка нет»

Ниже приведен список сообщений об ошибках:

- 0 «Ошибка нет». В очереди ошибок отсутствуют сообщения об ошибках.
- 100 «Ошибка команды». Получена недопустимая команда. Возможные причины:
 - Неправильное написание команды.
 - Некорректный разделитель заголовка.
 - Команда неприменима для данного устройства или версии прошивки.
 - В команде запроса отсутствует знак вопроса.
 - Не хватает требуемого параметра.
- 200 «Ошибка выполнения». Получена действительная команда, но выполнить ее не удалось.
- 213 «Инициализация проигнорирована». Команда INIT:IMM была получена, когда измерение уже проводилось.
- 221 «Конфликтующие настройки». Не удалось выполнить команду по причине несовместимости с текущими настройками или состоянием устройства (возможно, установлен щуп несовместимого типа).
- 222 «Данные вне диапазона». Полученное значение параметра находится за пределами допустимого диапазона либо получены данные неверного типа.
- 294 «Несовместимый тип». Получена команда CALCn:CONV: COPY, но выполнить ее не удалось, так как исходный канал и канал назначения относятся к несовместимым типам.
- 300 «Аппаратно-зависимая ошибка». Ошибка аппаратного обеспечения.
- 315 «Данные конфигурации утеряны». В ходе запущенного при включении питания самотестирования было обнаружено, что данные в энергонезависимой RAM-памяти ошибочны или были удалены после измерения настроек аппаратного обеспечения.

- 330«Сбой самопроверки». В ходе запущенного при включении питания самотестирования обнаружена неполадка аппаратного обеспечения (например, сбой шины модуля).
- 350,«Переполнение очереди». Данное сообщение помещается в конце буфера (вместо последнего сообщения) при возникновении сбоя, если очередь ошибок переполнена.
- 360«Ошибка связи». Не удалось передать отклик из-за переполнения выходного буфера.
- 400«Ошибка запроса». Удаленному устройству не удалось получить данные с прибора 1560 из-за отсутствия данных в выходном буфере.

При возникновении ошибок с номерами от -100 до -199 в регистре состояния событий появляется бит ошибки команды (CME) (см. раздел 6.5.10.4). При возникновении ошибок с номерами от -200 до -299 в регистре состояния событий появляется бит ошибки выполнения (EXE). При возникновении ошибок с номерами от -300 до -399 в регистре состояния событий появляется бит аппаратно-зависимой ошибки (DDE). При возникновении ошибок с номерами от -400 до -499 в регистре состояния событий появляется бит ошибки запроса (QYE) (см. раздел 6.5.10.4).

6.6 Пример настройки

На рисунке 12 приведены характеристики программы BASIC, предназначенной для дистанционного управления устройством 1560 при помощи компьютера. Программа работает с QBASIC или GWBASIC на совместимом персональном компьютере. Программа использует порт компьютера COM2 RS-232. Схему разводки интерфейсного кабеля см. на рис. 11 в разделе 6.2. Для работы с программой на устройстве 1560 необходимо установить следующие значения: скорость передачи данных — 2400, DUPLEX — HALF, LINEFEED — OFF. Тип соединения выбирается с помощью функции настройки устройства **SET UP DEVICE** в меню экранной кнопки **MODULE** (см. раздел 5.4.2). Выберите устройство SER. Отобразится окно с изображением параметров настройки последовательного порта. Настройте параметры, как показано.

SET UP DEVICE: SER
BAUDRATE: 2400
DUPLEX: HALF
LINEFEED: OFF

Сначала программа осуществляет сброс всех эксплуатационных параметров устройства 1560 до значений по умолчанию. Затем на устройстве устанавливается режим постоянного измерения при помощи канала 1. Периодически программа проверяет регистр состояния функционирования и при обнаружении нового результата измерения осуществляет считывание результата и отображает его на экране компьютера. Для выхода из программы нажмите любую клавишу на клавиатуре компьютера.

```
1 This example continualV reads temperature from the Hart 1560.
2 Connect the 1560 serial port to the COM2 port of the computer
3 Set the BAUD rate of the 1560 to 2400.
4 Set DUPLEX to HALF.
5 Set LINEFEED to OFF.
6
8 open COM2 port, 2400 baud, no parity, 8 data bits, 1 stop bit
9 disable handshaking
10 OPEN "COM2:2400,N,8,1,CD0,DS0,CS0" FOR RANDOM AS #1
19 reset all operating parameters to defaults
20 PRINT #1, "**RST"
29 select channel 1
30 PRINT #1, "ROUT:CLOS (@1)"
39 set to measure continuousV
40 PRINT #1, "INIT:CONT ON"
49 clear status registers
50 PRINT #1, "**CLS"
100 main loop
110 K$=INKEY$: IF K$<>" " GOTO 500 'quit if any key pressed
120 GOSUB 1000 'read a new measurement
130 PRINT A$ 'print to the screen
140 GOTO 100
500 end program
510 CLOSE
520 END
1000 SUB: read one new measurement
1010 wait for new measurement complete
1020 CNT2 = 0 'measurement timeout counter
1030 PRINT #1, "STAT:OPER?" 'request status
1040 GOSUB 1200 'read status
1050 IF VAL(A$) AND 16 THEN 1100 'measurement complete
1060 GOSUB 1300 'wait .1 sec.
1070 CNT2 = CNT2+1
1080 IF CNT2>20 THEN 1150 ELSE 1030 'timeout after 2 sec.
1100 read new measurement
1110 PRINT #1, "FETC?" 'request measurement
1120 GOSUB 1200 'read measurement
1130 RETURN
1150 PRINT "Error: Not measuring"
1160 CLOSE: END
1200 SUB: read response
1210 CNT1 = 0 'response timeout counter
1220 IF NOT EOF(1) GOTO 1260 'response sent
1230 GOSUB 1300 'wait another .1 sec
1240 CNT1 = CNT1+1
1250 IF CNT1>20 THEN 1280 ELSE 1220 'timeout after 2 sec.
1260 LINE INPUT #1, A$ 'read response
1270 RETURN
1280 PRINT "Error: No response" 'timeout
1290 CLOSE: END
1300 SUB: wait for .1 second
1310 T=TIMER
1320 IF TIMER<T+.1 THEN 1320
1330 RETURN
```

Рисунок 12. Пример настройки

Глава 7

Модуль SPRT 2560/2567

В данной главе приведено описание функций и принципов эксплуатации дополнительного модуля SPRT 2560/2567.

7.1 Описание

Модуль SPRT 2560/2567 представляет собой модуль расширения, благодаря которому прибор 1560 может измерять температуру с датчиками SPRT, PRT и RTD. Данные модуля могут выполнять измерения с высокой точностью. Модель 2560 оснащена двух или четырехпроводными датчиками с номинальным сопротивлением 25 Ω или 100 Ω , а модель 2567 двух или четырехпроводными датчиками с номинальным сопротивлением 500 Ω или 1000 Ω . Для минимизации уровня нагрева датчика модули используют ток возбуждения силой 1 мА. Для минимизации эффекта термоэлектрического смещения с помощью тока возбуждения производится изменение полярности. Одновременно к прибору 2560/2567 можно подключить два датчика и выполнять измерения поочередно.

7.2 Характеристики

	2560	2567
Диапазон сопротивления	от 0 до 400 Ω	0–4 К Ω
Погрешность сопротивления, один год ¹	0–25 Ω : 0,0005 Ω 25–400 Ω : 20 миллионных долей от показаний	0–250 Ω : 0,00625 Ω 250–4К Ω : 25 миллионных долей от показаний
Погрешность сопротивления, кратковременная ^{1, 2}	0–25 Ω : 0,00025 Ω 25–400 Ω : 10 миллионных долей от показаний	0–250 Ω : 0,00375 Ω 250–4К Ω : 15 миллионных долей от показаний
Точность установки температуры (обычно, кроме неточности датчика) ¹		
–100 $^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,003$ $^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,004$ $^{\circ}\text{C}$
0 $^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,005$ $^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,006$ $^{\circ}\text{C}$
100 $^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,007$ $^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,009$ $^{\circ}\text{C}$
200 $^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,010$ $^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,012$ $^{\circ}\text{C}$
300 $^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,012$ $^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,015$ $^{\circ}\text{C}$
400 $^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,014$ $^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,018$ $^{\circ}\text{C}$
	$\pm 0,017$ $^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,021$ $^{\circ}\text{C}$

500 °C 600 °C	±0.020 °C	±0.025 °C
Температурный коэффициент ¹	0,5 ед/млн/ °C	2,5 ед/млн/ °C
Ток возбуждения	1, 1,4 мА; 1 Гц	
Максимальное сопротивление выводов	100 Ω	
Время отбора пробы	2 секунд	
Количество каналов	2	
Рекомендуемый диапазон рабочей температуры ¹	от 18 до 28 °C (от 64 до 82 °F)	
Диапазон абсолютной рабочей температуры	от 5 до 35 °C (от 40 до 95 °F)	
Масса	2 фунта	
<p>¹. Характеристики погрешности применимы в пределах диапазона рекомендуемой температуры. Пределы погрешности увеличиваются за счет температурного коэффициента за пределами данного диапазона.</p> <p>². Кратковременная погрешность включает погрешность нелинейности и шумовую. Однако не учитывает погрешности дрейфа и калибровки.</p>		

7.3 Эксплуатация

Принцип использования модуля SPRT 2560/2567 с прибором 1560 Black Stack очень прост. В следующих разделах описываются шаги для настройки и использования модуля 2560/2567 для выполнения измерений с помощью SPRT. Инструкции по установке модуля SPRT 2560/2567 на прибор 1560 см. в разделе 4.1.

7.3.1 Подключение щупа

Модуль SPRT 2560/2567 оснащен десятью запатентованными разъемами DWF (номер патента США 5 964 625); каждые пять для двух каналов (см. рисунок 13). Красные клеммы подключаются к одной стороне датчика. Одна клемма служит источником для тока, а с помощью другой измеряется напряжение. Черные клеммы подключаются к одной стороне датчика. Одна клемма служит источником тока, а с помощью другой измеряется напряжение. Зеленая клемма подключается для заземления. Она может использоваться для заземления экранированного провода. К модулю 2560/2567 можно подключить два щупа одновременно.

Чтобы подключить двухпроводные щупы к одному каналу, подключите один провод к красным клеммам, а другой — к черным. Если используется экранированный или защитный провод, подключите его к зеленой клемме.

Чтобы подключить четырехпроводные щупы к одному каналу, подключите провода одной общей пары (провода, собранные у элемента датчика) к красным клеммам, а провода другой пары — к черным. Если используется экранированный или защитный провод, подключите его к зеленой клемме.

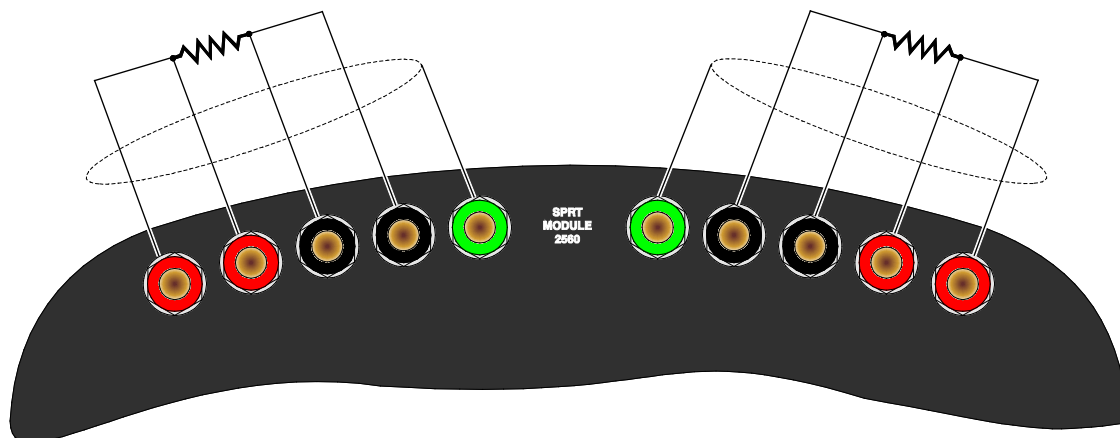


Рисунок 13. Схема подключений датчика

7.3.2 Установка коэффициентов

После подключения щупа PRT или SPRT к модулю 2560/2567 должным образом, прибор 1560 может считывать уровень сопротивления. Для точного отображения значений температуры требуется, чтобы прибор 1560 был запрограммирован с помощью коэффициентов, характерных для датчика. Это осуществляется с помощью программной клавиши **EDIT PROBE** (РЕДАКТИРОВАТЬ ЩУП) в меню **PROBE** (ЩУП) (см. раздел 5.2.1). Значения коэффициентов предоставляются вместе с отчетом о калибровке щупа. Убедитесь, что выбран правильный диапазон для характеристик ITS-90. При использовании RTD IEC-751 можно выбрать преобразование CVD и использовать R0: 100, ALPHA: 0,00385, DELTA: 1,507 и BETA: 0,111.

7.3.3 Ток

Модуль 2560/2567 служит для датчика источником тока, и с его помощью выполняется измерение результирующего напряжения в датчике для определения сопротивления. Сила тока изменяется каждые 0,5 секунды в целях сокращения эффекта термоэлектрического смещения. Нормальный ток — 1 мА (2560) или 0,1 мА (2567). Силу тока можно изменить для проверки эффекта самонагрева с помощью функции настройки устройства **SET UP DEVICE** в меню **MODULE** (МОДУЛЬ) (см. раздел 5.4.2). Измените параметр **CURRENT** (ТОК) и нажмите **ENTER**.

С помощью функции настройки устройства **SET UP DEVICE** можно также получить доступ к двум другим параметрам. С помощью **SAMP PER** можно выбрать частоту дискретизации в диапазоне между 2 (обычно) и 10 секундами. С помощью **RES RANGE** устанавливается диапазон сопротивления: **АВТОМАТИЧЕСКИЙ** диапазон (обычно), **УЗКИЙ** и **ШИРОКИЙ** диапазоны. Основным назначением данных параметров является устранение неисправностей. Во время работы в обычном режиме не следует изменять данные параметры.

7.3.4 Команды для настройки устройства

Команды SYST:MODn:DEVn:READ? и SYST:MODn:DEVn:WRIT (см. разделы 6.5.8.19 и 6.5.8.20) можно использовать для считывания или установки параметров настройки модуля SPRT 2560/2567. Номер входного устройства SPRT — 1. Номером модуля 2560/2567 является его положение в устройстве. Например, если прибор 1560 имеет четыре модуля расширения, где модуль 2560/2567 является первым, номер модуля для 2560/2567 — 1. В таблице 23 представлены команды устройства, используемые для считывания или установки параметров настройки входного устройства SPRT.

Таблица 20. Команды устройства для модуля SPRT

Команда устройства	Параметр	Описание
CURR	1, 1,4 (2560)	Ток возбуждения, мА
SAMP	2, 10	Период дискретизации, секунды
ARNG	AUTO, LOW, HIGH	Диапазон сопротивления

Ниже приведены примеры использования команд для установки параметров настройки устройства. Для этих примеров предполагается, что модуль SPRT 2560/2567 занимает первое место в устройстве. Эти команды можно отправлять через любой интерфейс передачи данных, в том числе через интерфейсы IEEE-488 и RS-232.

SYST: MOD1:DEV1:WRIT «CURR»,1,4 *Установить для тока возбуждения значение 1,4*

мА.

SYST:MOD1:DEV1:READ? «CURR» *Считать значение тока возбуждения.*

7.4 Калибровка

В данном разделе объясняется процедура калибровки модуля SPRT 2560/2567.

7.4.1 Параметры калибровки



Измерение сопротивления образуется от коэффициента между измерениями напряжения входного и эталонного резисторов (100 Ω) с помощью следующего уравнения.

$$resistance = \frac{[8.3333 \cdot 10^{-4} (400_ADJ)(ratio - 10) + 1.0]}{[(100.0 + 100_ADJ)ratio + 0_ADJ(1.0 - ratio)]}$$

Для калибровки используются три регулируемых параметра: 0_ADJ, 100_ADJ, и 400_ADJ. Параметр 0_ADJ непосредственно влияет на измерение при 0 Ω. Он имеет незначительный эффект при 100 Ω, но проявляет значительное влияние при более высоком уровне сопротивления. Параметр 100_ADJ непосредственно влияет на измерение при 100 Ω. Он имеет незначительный эффект при 0 Ω и проявляет относительно значительное влияние при более высоком уровне сопротивления. Параметр 400_ADJ непосредственно влияет на измерение при 400 Ω. Он имеет незначительный эффект при 0 Ω и



100 Ω. Его влияние возрастает при отклонении сопротивления от 0 Ω или 100 Ω. Каждый из параметров имеет положительное влияние на уровень первичного сопротивления: при увеличении значения параметра увеличивается измеряемое сопротивление. Теоретически обычное значение по умолчанию равно 0.

7.4.2 Доступ к передней панели

Для оптимизации точности параметры калибровки 0_ADJ, 100_ADJ и 400_ADJ можно отрегулировать. Получить к ним доступ можно на передней панели прибора 1560 с помощью программной клавиши **CAL DEVICE**. Для этого следует обратиться к подменю **MODULE** (МОДУЛЬ). При нажатии программной клавиши **CAL DEVICE** отображается список устройств с номером положения модуля. Используйте кнопки   для перемещения указателя на модуль SPRT и нажмите кнопку **ENTER**.

```

SELECT A DEVICE TO CALIBRATE
-----
>SPRT 1
  TCS  2
  PRTS 3
    
```

После выбора устройства отображается новое окно с доступными параметрами и функциями данного устройства. С помощью цифровых кнопок и клавиши **ENTER** можно ввести новые значения для параметров. Кнопки   можно использовать для перехода между параметрами.

Для модуля SPRT 2560/2567 в список параметров входят 0_ADJ, 100_ADJ и 400_ADJ. См. описание выше. В этот список включен также параметр даты калибровки (CAL DATE), используемый для записи даты калибровки модуля, а также параметр серийного номер (SER NUM), используемый для записи серийного номера модуля.

```

CALIBRATE DEVICE: SPRT
-----
0 ADJ: 0.0
100 ADJ: 0.0
400 ADJ: 0.0
CAL DATE: 05-21-96
SER NUM: A26123
    
```

7.4.3 Процедура калибровки (2560)

Процедура калибровки требует выполнения регулировки параметров 0_ADJ, 100_ADJ и 400_ADJ в трех определенных входных сопротивлениях. Если используемое сопротивление равно примерно 0 Ω , 100 Ω и 400 Ω соответственно, процесс регулировки является независимым, а процедура калибровки не представляет сложности. Важен порядок выполнения регулировки. Регулировка параметра 400_ADJ должна выполняться в последнюю очередь, поскольку регулировки параметров 0_ADJ и 100_ADJ влияют на измерение при 400 Ω , когда как 400_ADJ не влияет на измерения при 0 Ω или 100 Ω . Для калибровки можно использовать любой канал. Для отображения уровня сопротивления установите для типа преобразования значение R (Ω) (см. раздел 5.2.1.1). Требуемая погрешность стандартов сопротивления равна 1/4 от погрешности прибора: т. е. $\pm 0,00012 \Omega$ при 0 Ω , $\pm 0,0005 \Omega$ (5 ед/млн) при 100 Ω и $\pm 0,002 \Omega$ (5 ед/млн) при 400 Ω . Далее описано рекомендуемое выполнение процедуры.

1. Подключите резистор 0 Ω ко входу и измерьте уровень его сопротивления. При использовании замыкающего провода он должен походить от внутренней черной клеммы к внутренней красной клемме, к внешней красной клемме и обратно и внешней черной клемме. Обратите внимание на среднюю погрешность в измерении. Выполните регулировку параметра 0_ADJ путем извлечения погрешности измерения. Например, если вход равен 0,0000 Ω , а отсчетное устройство показывает $-0,0011 \Omega$, параметр 0_ADJ следует отрегулировать, добавив к нему 0,0011.
2. Подключите резистор 100 Ω (погрешность 5 ед/млн) ко входу и измерьте уровень его сопротивления. Обратите внимание на среднюю погрешность в измерении. Выполните регулировку параметра 100_ADJ путем извлечения погрешности измерения. Например, если вход равен 100 0000 Ω , а отсчетное устройство отображает 100,0295 Ω , параметр 100_ADJ следует отрегулировать, добавив к нему 0,0295.
3. Подключите резистор 400 Ω (погрешность 5 ед/млн) ко входу и измерьте уровень его сопротивления. Обратите внимание на среднюю погрешность в измерении. Выполните регулировку параметра 400_ADJ путем извлечения погрешности измерения. Например, если вход равен 400 0000 Ω , а отсчетное устройство отображает 399 9913 Ω , параметр 400_ADJ следует отрегулировать, добавив к нему 0,0087.
4. Запишите дату в пределах параметра даты калибровки.
5. Проверьте погрешность при 0 Ω , 25 Ω или 50 Ω , 100 Ω , 200 Ω и 400 Ω . Проверьте погрешность на обоих каналах в пределах выбранных уровней сопротивления. Уровень погрешности должен быть краткосрочным и в пределах, приведенных в характеристиках.

7.4.4 Процедура калибровки (2567)

Процедура калибровки для модуля 2567 аналогична процедуре для модуля 2560, за исключением того, что параметры 0_ADJ, 1K_ADJ и 4K_ADJ используются для калибровки измерений при 0 Ω , 1 К Ω и 4 К Ω .

Глава 8

Модуль НТРРТ 2561

В данной главе описываются функции и принципы эксплуатации дополнительного модуля НТРРТ 2561.

8.1 Описание

Модуль НТРРТ 2561 представляет собой модуль расширения, благодаря которому прибор 1560 может измерять температуру датчиками РРТ высокой температуры. Благодаря данному модулю можно измерять температуру с высокой точностью. Модуль оснащен четырехпроводными датчиками с номинальным сопротивлением 0,25 Ω –5 Ω . Для минимизации уровня нагрева датчика модуль использует ток возбуждения силой 3 или 5 мА. Для минимизации эффекта термоэлектрического смещения с помощью тока возбуждения производится изменение полярности. Одновременно к модулю 2561 можно подключить два датчика и выполнять измерения поочередно.

8.2 Характеристики

Диапазон сопротивления	от 0 до 25 Ω
Погрешность сопротивления, один год¹ от 0 до 2 Ω от 2 до 25 Ω	0,0001 Ω 50 ед/млн от показаний прибора
Погрешность сопротивления, кратковременная^{1, 2} от 0 до 2 Ω от 2 до 25 Ω	0,00008 Ω 40 ед/млн от показаний прибора
Точность установки температуры (обычно, кроме неточности датчика)¹ 0 $^{\circ}\text{C}$ 100 $^{\circ}\text{C}$ 400 $^{\circ}\text{C}$ 800 $^{\circ}\text{C}$ 1200 $^{\circ}\text{C}$	± 0.013 $^{\circ}\text{C}$ ± 0.018 $^{\circ}\text{C}$ ± 0.035 $^{\circ}\text{C}$ ± 0.060 $^{\circ}\text{C}$ ± 0.090 $^{\circ}\text{C}$
Температурный коэффициент¹	2,5 ед/млн/ $^{\circ}\text{C}$
Ток возбуждения	3, 5 мА; 1 Гц
Максимальное сопротивление выводов	10 Ω

Время отбора пробы	2 секунд
Количество каналов	2
Рекомендуемый диапазон рабочей температуры¹	от 18 до 28 °C (от 64 до 82 °F)
Диапазон абсолютной рабочей температуры	от 5 до 35 °C (от 40 до 95 °F)
Масса	2 фунта
<p>¹ Характеристики погрешности применимы в пределах диапазона рекомендуемой температуры. Пределы погрешности увеличиваются за счет температурного коэффициента за пределами данного диапазона.</p> <p>² Кратковременная погрешность включает погрешность нелинейности и шумовую. Однако не учитывает погрешности дрейфа и калибровки.</p>	

8.3 Эксплуатация

Принцип использования модуля HTPRT 2561 с прибором 1560 Black Stack очень прост. В следующих разделах описываются шаги для настройки и использования модуля 2561 для выполнения измерений с HTPRT. Инструкции по установке модуля HTPRT 2561 на прибор 1560 см. в разделе 4.1.

8.3.1 Подключение щупа

Модуль HTPRT 2561 оснащен десятью клеммами, по пять на каждый из двух каналов (см. рис. 14). Красные клеммы подключаются к одной стороне датчика. Одна клемма служит источником тока, а с помощью другой измеряется напряжение. Черные клеммы подключаются к одной стороне датчика. Одна клемма служит источником тока, а с помощью другой измеряется напряжение. Зеленая клемма подключается к заземлению. Она может использоваться для заземления экранированного провода. К модулю 2561 можно подключить два щупа одновременно.

Чтобы подключить двухпроводные щупы к одному каналу, подключите один провод к красным клеммам, а другой — к черным. Если используется экранированный или защитный провод, подключите его к зеленой клемме.

Чтобы подключить четырехпроводные щупы к одному каналу, подключите провода одной общей пары (провода, собранные у элемента датчика) к красным клеммам, а провода другой пары — к черным. Если используется экранированный или защитный провод, подключите его экран к зеленой клемме.

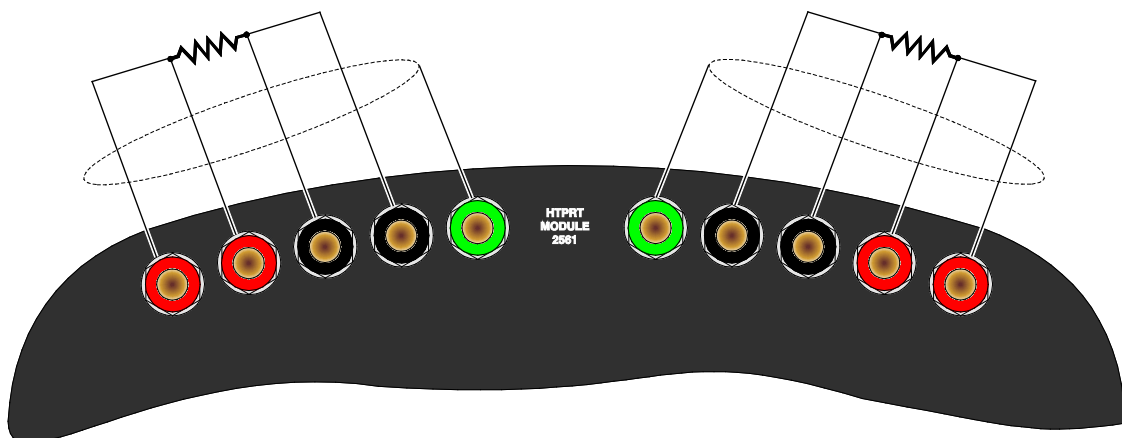


Рисунок 14. Схема подключений датчика

8.3.2 Установка коэффициентов

После подключения щупа НТРРТ к модулю 2561 должным образом, прибор 1560 может считывать значения сопротивления. Для точного отображения значений температуры требуется, чтобы прибор 1560 был запрограммирован с помощью коэффициентов, характерных для датчика. Это осуществляется с помощью программной клавиши EDIT PROBE (РЕДАКТИРОВАТЬ ЩУП) в меню PROBE (ЩУП) (см. раздел 5.2.1). Значения коэффициентов предоставляются вместе с отчетом для щупа о калибровке. Убедитесь, что выбран правильный диапазон для характеристик ITS-90.

8.3.3 Ток

Модуль 2561 служит для датчика источником тока, и с его помощью выполняется измерение результирующего напряжения в датчике для определения сопротивления. Уровень тока изменяется каждые 0,5 секунды в целях сокращения эффекта термоэлектрического смещения. Нормальный ток — 3 мА. Ток можно изменить до значения 5 мА для проверки эффекта самонагрева с помощью функции настройки устройства SET UP DEVICE в меню MODULE (МОДУЛЬ) (см. раздел 5.4.2). Измените значение для параметра CURRENT (ТОК) с 3 на 5 и нажмите клавишу ENTER.

С помощью функции настройки устройства SET UP DEVICE можно также получить доступ к другим параметрам. С помощью SAMP PER можно выбрать частоту дискретизации в диапазоне между 2 (обычно) и 10 секундами. Основной целью данных параметров является устранение неисправностей. Во время работы в обычном режиме не следует изменять данные параметры.

8.3.4 Команды для настройки устройства

Команды SYST:MODn:DEVn:READ? и SYST:MODn:DEVn:WRIT (см. разделы 6.5.8.19 и 6.5.8.20) можно использовать для считывания или установки параметров настройки модуля НТРРТ 2561. Номер входного устройства НТРРТ — 1. Номером модуля 2561 является его положение в устройстве. Например, если прибор 1560 имеет четыре модуля расширения, где модуль 2561 является первым, номер модуля для 2561 — 1. В таблице 24 представлены команды устройства, используемые для считывания или установки параметров настройки входного устройства НТРРТ.

Таблица 21. Команды устройства для модуля НТРРТ

Команда устройства	Параметр	Описание
CURR	3, 5	Ток возбуждения, мА
SAMP	2, 10	Частота дискретизации, секунды

Ниже приведены примеры использования команд для установки параметров настройки устройства. Для этих примеров предполагается, что модуль НТРРТ 2561 занимает первое место в устройстве. Эти команды можно отправлять через любой интерфейс передачи данных, в том числе через интерфейсы IEEE-488 и RS-232.

SYST: MOD1:DEV1:WRIT «CURR»,5 Установить для тока возбуждения значение 5

мА.

SYST:MOD1:DEV1:READ? «CURR» Считать значение тока возбуждения.

8.4 Калибровка

В данном разделе объясняется процедура калибровки модуля HTPRT 2561.

8.4.1 Параметры калибровки

Измерение сопротивления образуется от коэффициента между измерениями напряжения входного резистора и внутреннего эталонного резистора (10 Ω) с помощью следующего уравнения.

$$resistance = (10.0 + 10_ADJ) ratio + 0_ADJ(1.0 - ratio)$$



Для калибровки используются два регулируемых параметра: 0_ADJ и 10_ADJ . Параметр 0_ADJ непосредственно влияет на измерение при 0 Ω. Он имеет незначительный эффект при 10 Ω. Параметр 10_ADJ непосредственно влияет на измерение при 10 Ω. Он имеет незначительный эффект при 0 Ω. Каждый из параметров имеет положительное влияние на уровень первичного сопротивления: при увеличении значения параметра увеличивается измеряемое сопротивление. Теоретически обычное значение по умолчанию равно 0.

8.4.2 Доступ к передней панели

Для оптимизации точности параметры калибровки 0_ADJ и 10_ADJ можно отрегулировать. Получить к ним доступ можно на передней панели прибора 1560 с помощью программной клавиши **CAL DEVICE**. Для этого следует обратиться к подменю **MODULE** (МОДУЛЬ). При нажатии программной клавиши **CAL DEVICE** отображается список устройств с номером положения модуля. Используйте кнопки UD для перемещения указателя на модуль HTPRT и нажмите кнопку **ENTER**.

```

SELECT A DEVICE TO CALIBRATE
-----
>HPRT 1
    TCS 2
    PRTS 3
  
```

После выбора устройства отображается новое окно с доступными параметрами и функциями данного устройства. С помощью цифровых кнопок и клавиши **ENTER** можно ввести новые значения для параметров. Кнопки   можно использовать для перехода между параметрами.

CALIBRATE DEVICE: HPRT

0 ADJ: 0.0

10 ADJ: 0.0

CAL DATE: 05-21-96

SER NUM: A38123

Для модуля НТРПТ 2561 в список параметров входят 0_ADJ и 10_ADJ . См. описание выше. В этот список включен также параметр даты калибровки (CAL DATE), используемый для записи даты калибровки модуля, а также параметр серийного номер (SER NUM), используемый для записи серийного номера модуля.

8.4.3 Процедура калибровки

Процедура калибровки требует выполнение регулировки параметров 0_ADJ и 10_ADJ в двух определенных входных сопротивлениях. Если используемое сопротивление равно примерно $0\ \Omega$ и $10\ \Omega$ соответственно, процесс регулировки является независимым, а процедура калибровки не представляет сложности. Для калибровки можно использовать любой канал. Для отображения уровня сопротивления установите для типа преобразования значение R (Ω) (см. раздел 5.2.1.1). Требуемая погрешность стандартов сопротивления равна $1/4$ от погрешности прибора: т. е. $\pm 0,000025\ \Omega$ при $0\ \Omega$ и $\pm 0,00012\ \Omega$ (12 ед/млн) при $10\ \Omega$. Далее описано рекомендуемое выполнение процедуры.

1. Подключите резистор $0\ \Omega$ ко входу и измерьте уровень его сопротивления. При использовании замыкающего провода он должен походить от внутренней черной клеммы к внутренней красной клемме, к внешней красной клемме и обратно и внешней черной клемме. Обратите внимание на среднюю погрешность в измерении. Выполните регулировку параметра 0_ADJ путем извлечения погрешности измерения. Например, если вход равен $0\ \Omega$, а отсчетное устройство отображает $-0,211\ \Omega$, параметр 0_ADJ следует отрегулировать, добавив к нему $0,000211$.
2. Подключите резистор $10\ \Omega$ (погрешность 12 ед/млн) ко входу и измерьте уровень его сопротивления. Обратите внимание на среднюю погрешность в измерении. Выполните регулировку параметра 10_ADJ путем извлечения погрешности измерения. Например, если вход равен $10\ \Omega$, а отсчетное устройство отображает $10,02955$, параметр Ω , 10_ADJ следует отрегулировать, добавив к нему $0,02955$.
3. Запишите дату в пределах параметра даты калибровки.
4. Проверьте погрешность при $0\ \Omega$, $1\ \Omega$ или $25\ \Omega$, $10\ \Omega$ и $25\ \Omega$. Проверьте погрешность на обоих каналах в пределах выбранных уровней сопротивления. Уровень погрешности должен быть краткосрочным и в пределах, приведенных в характеристиках.

Глава 9

Модуль сканирования 2562/2568

PRT

В данном разделе приведено описание функций и принципов эксплуатации дополнительного модуля сканирования 2562/2568 PRT.

9.1 Описание

Модуль сканирования 2562/2568 PRT представляет собой дополнительный модуль, служащий для измерения температуры с высокой точностью при помощи прибора 1560 с использованием до 8 датчиков SPRT, PRT и RTD. Для работы с модулями подходят двух- трех- и четырехпроводные датчики с номинальным сопротивлением 25 и 100 Ω (2562) или 500 и 1 К Ω (2568). Для минимизации эффекта термоэлектрического смещения с помощью тока возбуждения производится изменение полярности. Одновременно к приборам 2562/2568 можно подключить восемь датчиков и выполнять измерения поочередно.

9.2 Характеристики

	2562	2568
Диапазон сопротивления	от 0 до 400 Ω	от 0 до 4 к Ω
Погрешность сопротивления, один год (при использовании 4-проводного подключения) ^{1, 3}	0–25 Ω : 0,001 Ω 25–400 Ω : 40 ч/млн от показаний	0–250 Ω : 0,01 Ω 250–4 К Ω : 40 ч/млн от показаний
Погрешность сопротивления, кратковременная (при использовании 4-проводного подключения) ^{1, 2, 3}	0–25 Ω : 0,0005 Ω 25–400 Ω : 20 ед/млн от показаний	0–250 Ω : 0,0075 Ω 250–4 К Ω : 30 ед/млн от показаний
Точность определения температуры, один год (при использовании 4-проводного подключения, без учета погрешности щупа) ^{1, 3}		
–100 °C		±0,006 °C
0 °C		±0,010 °C
100 °C		±0,014 °C
200 °C		±0,020 °C
300 °C		±0,024 °C
400 °C		±0,028 °C
500 °C		±0,034 °C
600 °C		±0,040 °C

Температурный коэффициент ¹	0,5 ед/млн/ °С	2,5 ед/млн/ °С
Ток возбуждения	1,0, 1,4 мА; 1 Гц	0,1, 0,05 мА; 1 Гц
Максимальное сопротивление выводов	100 Ω	
Время отбора пробы	2 секунд	
Количество каналов	8	
Рекомендуемый диапазон рабочей температуры ¹	от 18 до 28 °С (от 64 до 82 °F)	
Диапазон абсолютной рабочей температуры	от 5 до 35 °С (от 40 до 95 °F)	
Масса	2,5 фунта (1,1 кг)	
<p>¹ Характеристики погрешности применимы в пределах диапазона рекомендуемой температуры. Пределы погрешности увеличиваются за счет температурного коэффициента за пределами данного диапазона.</p> <p>² Кратковременная погрешность включает погрешность нелинейности и шумовую. Однако не учитывает погрешности дрейфа и калибровки.</p> <p>³ Значение 0,01 Ω прибавляется к пределу погрешности при работе с 3-проводными датчиками.</p>		

9.3 Эксплуатация

Принцип использования модуля сканирования 2562/2568 PRT с прибором 1560 Black Stack очень прост. В следующих разделах дано описание шагов для настройки и использования модуля 2562/2568 для выполнения измерений с помощью PRT. Инструкции по установке модуля сканирования 2562/2568 PRT на прибор 1560 см. в разделе 4.1.

Сведения о подключении



Сведения о разъеме

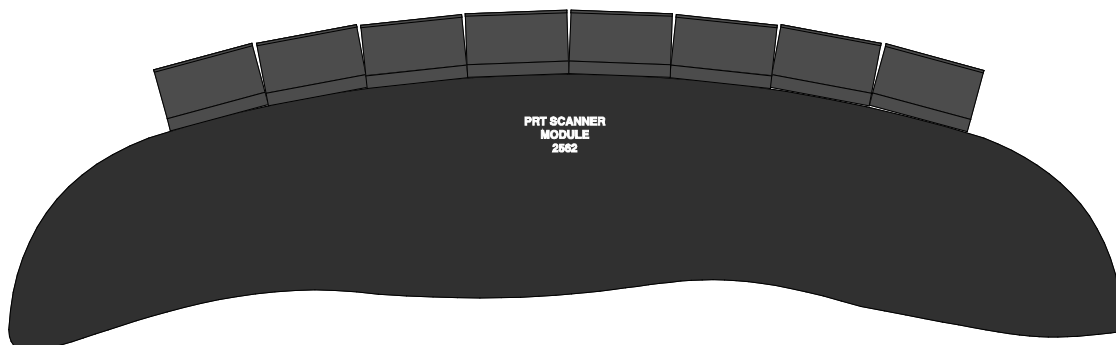
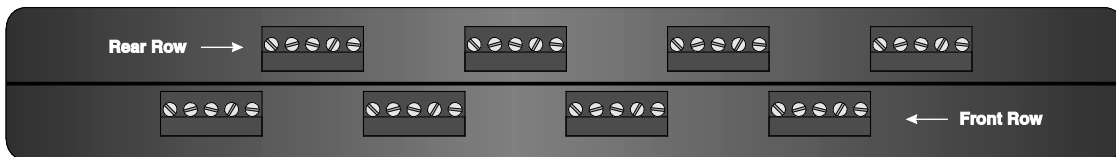
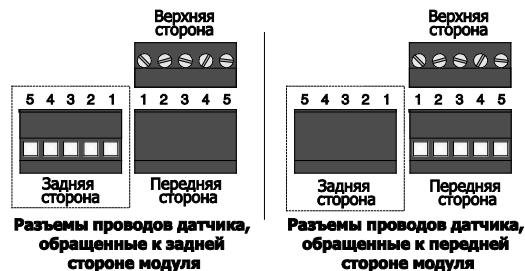
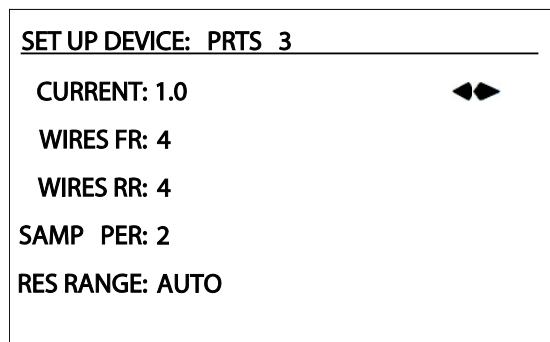


Рисунок 15. Сведения о подключении датчика модуля сканирования PRT

9.3.1 Конфигурация проводов

Модуль сканирования 2562/2568 PRT совместим с датчиками с двумя, тремя и четырьмя проводами. Однако все подключенные к одному ряду датчики должны быть одного типа. Разъемы расположены в два ряда — передний и задний. Каждый ряд можно настроить независимо для эксплуатации с помощью четырех, двух или трех проводов. Тип соединения выбирается с помощью функции настройки устройства **SET UP DEVICE** в меню программной клавиши **MODULE** (см. раздел 5.4.2). Выберите устройство PRTS. Отобразится окно с изображением параметров настройки модуля 2562/2568.



Выберите тип соединения для переднего и заднего рядов с помощью параметров WIRES FR и WIRES RR соответственно. С помощью кнопок ◀▶ перемещайте указатель по строкам. С помощью кнопок ▶▶ можно изменить значения параметров. Нажмите **ENTER**, чтобы установить параметр. Если для одного ряда выбрано значение 3, все подключенные к данному ряду датчики должны быть трехпроводными. Если для одного ряда выбрано значение 4, все подключенные к данному ряду датчики должны быть четырехпроводными.

9.3.2 Подключение щупа

Четырехпроводные датчики подключаются, как показано на рис. 15. Если используется экран, он подключается к разъему 1 с левой стороны. Одна пара проводов подключается к разъемам 2 и 3. Другая пара проводов подключается к разъемам 4 и 5. Разъемы 2 и 5 являются источником тока, а разъемы 3 и 4 служат для измерения потенциала. При использовании четырехпроводных датчиков убедитесь, что для конфигурации проводов для ряда установлено значение 4, как описано выше!

Примечание

Существует два типа разъемов датчика. Один тип разъема оснащен отверстиями для проводов, направленными на переднюю часть модуля, а другой — на заднюю часть. Сведения о разъеме см. на рис. 15.

Трехпроводные датчики подключаются, как показано на рис. 15. Если используется экран, он подключается к разъему 1 с левой стороны. Одна пара проводов подключается к разъемам 2 и 3 с левой стороны. Другой провод подключается к разъему 5. Разъем 4 не служит для подключения. Разъемы 2 и 5 предназначены для подачи тока. Потенциал измеряется на разъемах 2 и 5, на разъеме 3 потенциал используется для компенсации сопротивления выводов проводов 2 и 5. Убедитесь, что для конфигурации проводов для ряда установлено значение 3, как описано выше! При работе

с трехпроводными датчиками точность снижается, что отмечено в характеристике. Любая разница между значениями сопротивлений выводов проводов непосредственно влияет на точность.

Двухпроводные датчики подключаются, как показано на рис. 15. Если используется экран, он подключается к разъему 1 с левой стороны. Один провод подключается к разъемам 2 и 3 с левой стороны. С противоположной стороны провод подключается к разъемам 4 и 5. Убедитесь, что для конфигурации проводов для ряда установлено значение 4, как описано выше! При использовании двухпроводных датчиков с помощью приборов 2562/2568 не удастся компенсировать сопротивление выводов.

9.3.3 Установка коэффициентов

После подключения щупа PRT или SPRT к модулю 2562/2568 должным образом, прибор 1560 может считывать уровень сопротивления. Для точного отображения значений температуры требуется, чтобы прибор 1560 был запрограммирован с помощью коэффициентов, характерных для датчика. Это осуществляется с помощью программной клавиши **EDIT PROBE** (РЕДАКТИРОВАТЬ ЩУП) в меню **PROBE** (ЩУП) (см. раздел 5.2.1). Значения коэффициентов предоставляются вместе с отчетом щупа о калибровке. Выберите подходящий диапазон для характеристик ITS-90. При работе с IEC-751 RTD можно выбрать пересчет CVD и использовать R0: 100, ALPHA: 0.00385, DELTA: 1.507 и BETA: 0.111.

9.3.4 Ток

Модуль 2562/2568 служит для датчика источником тока, и с его помощью выполняется измерение результирующего напряжения в датчике для определения сопротивления. Сила тока изменяется каждые 0,5 секунды в целях сокращения эффекта термоэлектрического смещения. Нормальная сила тока составляет 1,0 мА. В целях проверки уровня самонагрева можно повысить силу тока до 1,4 мА при помощи функции **SET UP DEVICE** в меню **MODULE** (см. раздел 5.4.2). Измените параметр CURRENT (ТОК) с 1,0 на 1,4 и нажмите клавишу **ENTER**.

С помощью функции настройки устройства **SET UP DEVICE** можно также получить доступ к двум другим параметрам. С помощью SAMP PER можно выбрать период дискретизации в диапазоне между 2 (обычно) и 10 секундами. С помощью RES RANGE устанавливается диапазон сопротивления: АВТОМАТИЧЕСКИЙ диапазон (обычно), УЗКИЙ и ШИРОКИЙ диапазоны. Основной целью данных параметров является поиск и устранение неисправностей. Во время работы в обычном режиме не следует изменять данные параметры.

9.3.5 Команды для настройки устройства

Команды SYST:MODn:DEVn:READ? и SYST: MODn:DEVn:WRIT (см. разделы 6.5.8.19 и 6.5.8.20) можно использовать для считывания или установки параметров настройки модуля сканирования 2562/2568 PRT. Номер входного устройства сканирования PRT — 1. Номером модуля 2562/2568 является его положение в устройстве. Например, если прибор 1560 имеет четыре дополнительных модуля, где модуль 2562/2568 является вторым, номер модуля для 2562/2568 — 2. В таблице 25 представлены команды устройства, используемые для считывания или установки параметров настройки входного устройства сканирования PRT.

Таблица 22. Команды для модуля сканирования PRT

Команда устройства	Параметр	Описание
CURR	1, 1,4 (2562) 0,1, 0,05 (2568)	Ток возбуждения, мА
WIRF	3, 4	Конфигурация провода переднего ряда
WIRR	3, 4	Конфигурация провода заднего ряда
SAMP	2, 10	Период дискретизации, секунды
ARNG	AUTO, LOW, HIGH	Диапазон сопротивления

Ниже приведены примеры использования команд для установки параметров настройки устройства. Для этих примеров предполагается, что модуль сканирования 2562/2568 PRT занимает второе место в устройстве. Эти команды можно отправлять через любой интерфейс передачи данных, в том числе через интерфейсы IEEE-488 и RS-232.

SYST:MOD2:DEV1:WRIT «CURR»,1,4 Установить для тока возбуждения значение 1,4

мА.

SYST:MOD2:DEV1:READ? «CURR» Считать значение для тока возбуждения.

SYST:MOD2:DEV1:WRIT «WIRF», 3 Установить для конфигурации переднего ряда значение «Трехпроводной».

9.4 Калибровка

В данном разделе объясняется процедура калибровки модуля сканирования 2562/2568 PRT.

9.4.1 Параметры калибровки

Для калибровки используются три регулируемых параметра: 0_ADJ, 100_ADJ и 400_ADJ. Параметр 0_ADJ непосредственно влияет на измерение при 0 Ω. Он имеет незначительный эффект при 100 Ω, но оказывает значительное влияние при более высоком уровне сопротивления. Параметр 100_ADJ непосредственно влияет на измерение при 100 Ω. Он имеет незначительный эффект при 0 Ω и проявляет относительно значительное влияние при более высоком уровне сопротивления. Параметр 400_ADJ непосредственно влияет на измерение при 400 Ω. Он имеет незначительный эффект при 0 Ω и 100 Ω. Его влияние возрастает при отклонении сопротивления от 0 Ω или 100 Ω. Каждый из параметров имеет положительный эффект на уровень первичного сопротивления: при увеличении значения параметра увеличивается измеряемое сопротивление. Теоретически обычное значение по умолчанию равно 0.

9.4.2 Доступ к передней панели

Для оптимизации точности параметры калибровки 0_ADJ, 100_ADJ и 400_ADJ можно отрегулировать. Доступ к данным параметрам можно получить через переднюю панель прибора 1560 с помощью функции **CAL DEVICE** в меню программной клавиши **MODULE** (см. раздел 5.4.3). Выберите устройство PRTS. Отобразится окно с изображением параметров калибровки устройства..

```
CALIBRATE DEVICE: PRTS
```



```
0 ADJ: 0.0
```

```
100 ADJ: 0.0
```

```
400 ADJ: 0.0
```

```
CAL DATE: 09-21-95
```

```
SER NUM: A31123
```

Для модуля сканирования 2562/2568 PRT в список параметров входят 0_ADJ, 100_ADJ и 400_ADJ. См. описание выше. В этот список включен также параметр данных калибровки (CAL DATE), используемый для записи даты калибровки модуля, а также параметр серийного номера (SER NUM), используемый для записи серийного номера модуля. С помощью цифровых кнопок и клавиши **ENTER** можно ввести новые значения для параметров. Кнопки   можно использовать для перехода между параметрами.

9.4.3 Процедура калибровки (2562)

Процедура калибровки требует регулировки параметров 0_ADJ, 100_ADJ и 400_ADJ в трех определенных входных сопротивлениях. Если используемое сопротивление равно примерно 0 Ω , 100 Ω и 400 Ω соответственно, процесс регулировки является независимым, а процедура калибровки не представляет сложности. Важен порядок выполнения регулировки. Регулировка параметра 400_ADJ должна выполняться в последнюю очередь, поскольку регулировки параметров 0_ADJ и 100_ADJ влияют на измерение при 400 Ω , тогда как 400_ADJ не влияет на измерения при 0 Ω или 100 Ω . Для калибровки можно использовать любой канал. Для отображения уровня сопротивления установите для типа пересчета значение R (Ω) (см. раздел 5.2.1.1). Калибровку следует производить, установив 4-проводное подключение и настроив конфигурацию проводов для четырехпроводного модуля (см. раздел 9.3.1). Требуемая погрешность стандартов сопротивления равна 1/4 от погрешности прибора: т. е. $\pm 0,00025 \Omega$ при 0 Ω , $\pm 0,001 \Omega$ (10 ед/млн) при 100 Ω и $\pm 0,004 \Omega$ (10 ед/млн) при 400 Ω . Далее описано рекомендуемое выполнение процедуры.

Подключите резистор 0Ω ко входу и измерьте его сопротивление. При использовании замыкающего провода он должен проходить от разъема 3 с левой стороны с разъемам 4 и 5, а затем обратно к разъему 2. Обратите внимание на среднюю погрешность в измерении. Выполните регулировку параметра 0_ADJ путем извлечения погрешности измерения. Например, если вход равен $0,0000$, а отсчетное устройство показывает $-0,0011$, параметр 0_ADJ следует отрегулировать, добавив к нему $0,0011$.

1. Подключите резистор 100Ω (погрешность 10 ед/млн) ко входу и измерьте уровень его сопротивления. Обратите внимание на среднюю погрешность в измерении. Выполните регулировку параметра 100_ADJ путем извлечения погрешности измерения. Например, если вход равен $100,0000 \Omega$, а отсчетное устройство показывает $100,0295 \Omega$, параметр 100_ADJ следует отрегулировать путем извлечения из него $0,0295$.
2. Подключите резистор 400Ω (погрешность 10 ед/млн) ко входу и измерьте уровень его сопротивления. Обратите внимание на среднюю погрешность в измерении. Выполните регулировку параметра 400_ADJ путем извлечения погрешности измерения. Например, если вход равен $400,0000 \Omega$, а отсчетное устройство показывает $399,9913 \Omega$, параметр 400_ADJ следует отрегулировать, добавив к нему $0,0087$.
3. Запишите дату в пределах параметра даты калибровки.
4. Проверьте погрешность для выбранных каналов при 0Ω , 25Ω или 50Ω , 100Ω , 200Ω и 400Ω . Проверьте по крайней мере один уровень сопротивления на каждом канале. Уровень погрешности должен быть краткосрочным и в пределах, приведенных в характеристиках.
5. Установите для конфигурации проводов обоих рядов трехпроводное значение (см. раздел 9.3.1). Проверьте погрешность по крайней мере для одного уровня сопротивления на каждом канале. Уровень погрешности должен быть краткосрочным и учитывать дополнительное трехпроводное значение погрешности, как указано в характеристиках.

9.4.4 Процедура калибровки (2568)

Процедура калибровки для модуля 2568 аналогична процедуре для модуля 2562 за исключением того, что параметры 0_ADJ, 1K_ADJ и 4K_ADJ используются для калибровки измерений при 0Ω , $1 \text{ K} \Omega$ и $4 \text{ K} \Omega$ соответственно.

Глава 10

Модуль термистора 2563

В данной главе приведено описание функций и принципов эксплуатации дополнительного модуля термистора 2563.

10.1 Описание

Модуль термистора 2563 представляет собой дополнительный модуль, служащий для измерения температуры с помощью термисторных датчиков прибора 1560. Благодаря данному модулю можно измерять температуру с очень высокой точностью, до 0,0013 °С. Он совместим практически со всеми термисторными датчиками, двух- и четырехпроводными. Для минимизации уровня нагрева датчика используется очень небольшой ток возбуждения. Для минимизации эффекта термоэлектрического смещения с помощью тока возбуждения производится изменение полярности. Одновременно к прибору 2563 можно подключить два датчика термистора и выполнять измерения поочередно.

10.2 Характеристики

Диапазон сопротивления	0–1 М Ω
Погрешность сопротивления, один год 0–2 к Ω 2–100 к Ω 100 к Ω–1 М Ω	0,1 Ω 50 ед/млн от показаний прибора 200 ед/млн от показаний прибора
Погрешность сопротивления, кратковременная^{1,2} 0–2 к Ω 2–100 к Ω 100 к Ω–1 М Ω	0,08 Ω 40 ед/млн от показаний прибора 180 ед/млн от показаний прибора
Точность определения температуры (с помощью датчика 10 к Ω, α = 0,04; не считая погрешности датчика)¹ 0 °С 25 °С 50 °С 75 °С 100 °С	±0,0013 °С ±0,0013 °С ±0,0013 °С ±0,0015 °С ±0,003 °С
Температурный коэффициент¹	2,5 ед/млн/ °С

Ток возбуждения	2,0,10,0 мкА; выбирается автоматически; 1 Гц
Максимальное сопротивление выводов	100 Ω
Время измерения	2 секунды
Количество каналов	2
Рекомендуемый диапазон рабочей температуры¹	18–28 °C (64–82 °F)
Диапазон абсолютной рабочей температуры	5–35 °C (40–95 °F)
Масса	2 фунта (0,9 кг)
<p>¹. Характеристики погрешности применимы в пределах диапазона рекомендуемой температуры. Пределы погрешности увеличиваются за счет температурного коэффициента за пределами данного диапазона.</p> <p>². Кратковременная погрешность включает погрешность нелинейности и шумовую. Однако не учитывает погрешности дрейфа и калибровки.</p>	

10.3 Эксплуатация

Принцип использования термисторного модуля 2563 с прибором 1560 Black Stack очень прост. В следующих разделах дано описание шагов для настройки и использования модуля 2563 для выполнения измерений с помощью термистора. Инструкции по установке модуля 2563 на прибор 1560 см. в разделе 4.1.

10.3.1 Подключение термистора

Модуль 2563 оснащен десятью клеммами батареи; по пять на каждый из двух каналов (см. рис. 16). Красные клеммы подключаются к одной стороне датчика. Одна клемма служит источником для тока, а с помощью другой измеряется напряжение. Черные клеммы подключаются к одной стороне датчика. Одна клемма служит источником для тока, а с помощью другой измеряется напряжение. Зеленая клемма подключается для заземления. Она может использоваться для заземления экранированного провода. К модулю 2563 можно подключить два термистора одновременно.

Чтобы подключить двухпроводные термисторы к одному каналу, подключите один провод к красным клеммам, а другой — к черным. Если используется экранированный или защитный провод, подключите его к зеленой клемме.

Чтобы подключить четырехпроводные термисторы к одному каналу, подключите провода одной общей пары (провода, собранные у элемента датчика) к красным клеммам, а провода другой пары — к черным. Если используется экранированный или защитный провод, подключите его к зеленой клемме.

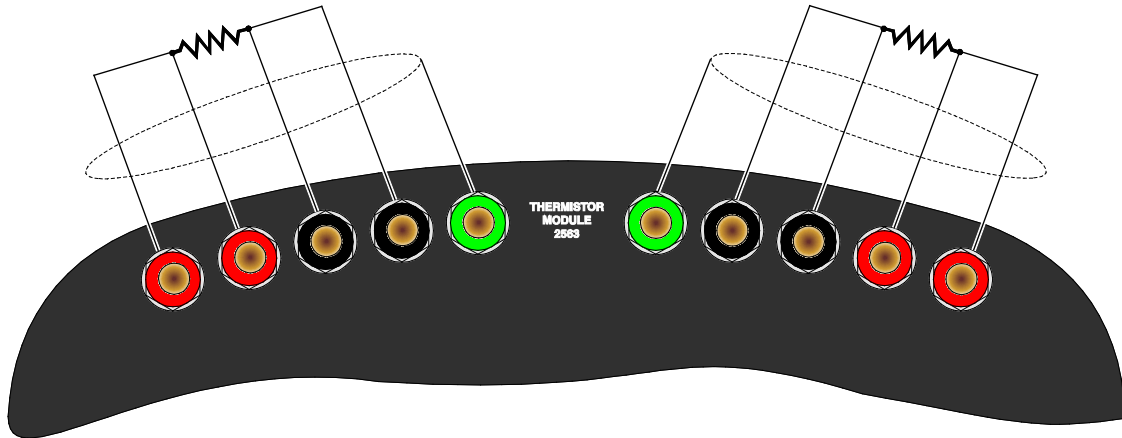


Рисунок 16. Схема подключений датчика

10.3.2 Установка коэффициентов

После подключения термистора к модулю 2563 должным образом, прибор 1560 может считывать уровень сопротивления. Для точного отображения значений температуры требуется, чтобы прибор 1560 был запрограммирован с помощью коэффициентов, характерных для датчика. Это осуществляется с помощью программной клавиши **EDIT PROBE** (РЕДАКТИРОВАТЬ ЩУП) в меню **PROBE** (ЩУП) (см. раздел 5.2.1). Значения коэффициентов предоставляются вместе с отчетом щупа о калибровке. Убедитесь, что выбран должный тип уравнения: $R(T)$ или $T(R)$.

10.3.3 Ток

Модуль 2563 служит для датчика источником тока, и с его помощью выполняется измерение результирующего напряжения в датчике для определения сопротивления. Сила тока изменяется каждые 0,5 секунды в целях сокращения эффекта термоэлектрического смещения. В зависимости от уровня измеряемого сопротивления ток автоматически переключается в диапазоне между 2 мкА и 10 мкА. При низком уровне сопротивления (ниже около 50 к Ω) используется ток в Ω 10 мкА. При высоком уровне сопротивления — 2 мк. При необходимости можно заставить источник тока принудительно использовать 2 мкА для низкого уровня сопротивления с помощью функции настройки устройства **SET UP DEVICE** в меню модуля **MODULE** (см. раздел 5.4.2). Измените параметр **CURRENT (ТОК)** с **AUTO** (АВТОМАТИЧЕСКИ) на 2,0 и нажмите клавишу **ENTER**.

С помощью функции настройки устройства **SET UP DEVICE** можно также получить доступ к двум другим параметрам. С помощью **SAMP PER** можно выбрать период дискретизации в диапазоне между 2 (обычно) и 10 секундами. С помощью **RES RANGE** устанавливается диапазон сопротивления: АВТОМАТИЧЕСКИЙ диапазон (обычно), УЗКИЙ и ШИРОКИЙ диапазоны. Основной целью данных параметров является поиск и устранение неисправностей. Во время работы в обычном режиме не следует изменять данные параметры.

10.3.4 Команды для настройки устройства

Команды SYST:MODn:DEVn:READ? и SYST: MODn:DEVn:WRIT (см. разделы 6.5.8.19 и 6.5.8.20) можно использовать для считывания или установки параметров настройки модуля термистора 2563. Номер входного устройства термистора — 1. Номером модуля 2563 является его положение в устройстве. Например, если прибор 1560 имеет четыре дополнительных модуля, где модуль 2563 является третьим, номер модуля для 2563 — 3. В таблице 26 представлены команды устройства, используемые для считывания или установки параметров настройки входного устройства термистора.

Ниже приведены примеры использования команд для установки параметров настройки устройства. В качестве примера взять вход термистора 2563

Таблица 23. Команды для модуля термистора

Команда устройства	Параметр	Описание
CURR	AUTO, 2, 10	Ток возбуждения, мкА
SAMP	2, 10	Период дискретизации, секунды
ARNG	AUTO, LOW, HIGH	Диапазон сопротивления

В устройстве модуль занимает третье место. Эти команды можно отправлять через любой интерфейс передачи данных, в том числе через интерфейсы IEEE-488 и RS-232.

SYST:MOD2:DEV1:WRIT «CURR»,2 Установить для тока возбуждения значение 2 мкА.

SYST:MOD2:DEV1:READ? «CURR» Считать значение для тока возбуждения.

10.4 Калибровка

В данном разделе объясняется процедура калибровки модуля термистора 2563.

10.4.1 Параметры калибровки

Измерение сопротивления образуется от коэффициента между измерениями напряжения входного и эталонного резисторов (20 к Ω) с помощью следующего уравнения.

$$resistance = [1.111 \cdot 10^{-6} \times (100K_ADJ)(2.0ratio - 10) + 1.0] \\ [(1.0 \cdot 10^4 + 10K_ADJ)2.0ratio + 0_ADJ(1.0 - 1.0ratio)]$$



Для калибровки используются три регулируемых параметра: *0_ADJ*, *10K_ADJ*, и *100K_ADJ*. Параметр *0_ADJ* непосредственно влияет на измерение при 0 Ω. Он имеет незначительный эффект при 10 к Ω, но проявляет значительное влияние при более высоком уровне сопротивления. Параметр *10K_ADJ* непосредственно влияет на измерение при 10 к Ω. Он имеет незначительный эффект при 0 Ω и проявляет относительно значительное влияние при более высоком уровне сопротивления. Параметр *100K_ADJ* непосредственно влияет на измерение при 100 к Ω. Он имеет незначительный эффект при 0 Ω и 10 к Ω. Его влияние возрастает при отклонении сопротивления от 0 Ω или 10 к Ω. Каждый из параметров имеет положительный эффект на уровень первичного сопротивления: при увеличении значения параметра увеличивается измеряемое сопротивление. Теоретически обычное значение по умолчанию равно 0.

10.4.2 Доступ к передней панели

Для оптимизации точности параметры калибровки *0_ADJ*, *10K_ADJ* и *100K_ADJ* можно отрегулировать. Получить к ним доступ можно на передней панели прибора 1560 с помощью программной клавиши **CAL DEVICE**. Для этого следует обратиться к подменю **MODULE** (МОДУЛЬ). При нажатии программной клавиши **CAL DEVICE** отображается список устройств с номером положения модуля. Используйте кнопки   для перемещения указателя на модуль **STHR** и нажмите клавишу **ENTER**.

```

SELECT A DEVICE TO CALIBRATE
-----
>SPRT 1
   TCS 2
   STHR 3
    
```

После выбора устройства отображается новое окно с доступными параметрами и функциями данного устройства. С помощью цифровых кнопок и клавиши **ENTER** можно ввести новые значения для параметров. Кнопки   можно использовать для перехода между параметрами.

```

CALIBRATE DEVICE: SPRT
-----
0 ADJ: 0.0
100 ADJ: 0.0
400 ADJ: 0.0
CAL DATE: 05-21-96
SER NUM: A26123
    
```

Для модуля термистора 2563 в список параметров входят *0_ADJ*, *10K_ADJ* и *100K_ADJ*. См. описание выше. В этот список включен также параметр данных калибровки (CAL DATE), используемый для записи данных при калибровке модуля, а также параметр серийного номер (SER NUM), используемый для записи серийного номера модуля.

10.4.3 Процедура калибровки

Процедура калибровки требует выполнение регулировки параметров 0_ADJ , $10K_ADJ$ и $100K_ADJ$ в трех определенных входных сопротивлениях. Если используемое сопротивление равно примерно $0\ \Omega$, $10\ \text{к}\ \Omega$ и $100\ \text{к}\ \Omega$ соответственно, процесс регулировки является независимым, а процедура калибровки не представляет сложности. Важен порядок выполнения регулировки. Регулировка параметра $100K_ADJ$ должна выполняться в последнюю очередь, поскольку регулировки параметров 0_ADJ и $10K_ADJ$ влияют на измерение при $100\ \text{к}\ \Omega$, когда как $100K_ADJ$ не влияет на измерения при $0\ \Omega$ и $10\ \text{к}\ \Omega$. Для калибровки можно использовать любой канал. Для отображения уровня сопротивления установите для типа преобразования значение R (W) (см. раздел 5.2.1.1). Требуемая погрешность стандартов сопротивления равна $1/4$ от погрешности прибора: т. е. $\pm 0,025\ \Omega$ при $0\ \Omega$, $\pm 0,12\ \Omega$ (12 ед/млн) при $10\ \text{к}\ \Omega$ и $\pm 1,2\ \Omega$ (12 ед/млн) при $100\ \text{к}\ \Omega$. Далее описано рекомендуемое выполнение процедуры.

1. Подключите резистор $0\ \Omega$ ко входу и измерьте уровень его сопротивления. При использовании замыкающего провода он должен походить от внутренней черной клеммы к внутренней красной клемме, к внешней красной клемме и обратно к внешней черной клемме. Обратите внимание на среднюю погрешность в измерении. Выполните регулировку параметра 0_ADJ путем извлечения погрешности измерения. Например, если вход равен $0,0\ \Omega$, а отсчетное устройство показывает $-0,110$, параметр 0_ADJ следует отрегулировать, добавив к нему $0,11$.
2. Подключите резистор $10\ \text{к}\ \Omega$ (погрешность 12 ед/млн) ко входу и измерьте уровень его сопротивления. Обратите внимание на среднюю погрешность в измерении. Выполните регулировку параметра $10K_ADJ$ путем извлечения погрешности измерения. Например, если вход равен $10,00000\ \Omega$, а отсчетное устройство показывает $10,00295,110$, параметр $10K_ADJ$ следует отрегулировать, отняв от него $2,95$.
3. Подключите резистор $100\ \text{к}\ \Omega$ (погрешность 12 ед/млн) ко входу и измерьте уровень его сопротивления. Обратите внимание на среднюю погрешность в измерении. Выполните регулировку параметра $100K_ADJ$ путем извлечения погрешности измерения. Например, если вход равен $100,0000\ \Omega$, а отсчетное устройство показывает $99,9913,110$, параметр $100K_ADJ$ следует отрегулировать, добавив к нему $8,7$.
4. Запишите дату в пределах параметра даты калибровки.
5. Проверьте погрешность при $0\ \Omega$, $4\ \text{к}\ \Omega$, $10\ \text{к}\ \Omega$, $40\ \text{к}\ \Omega$, $100\ \text{к}\ \Omega$ и $1\ \text{М}\ \Omega$ на обоих каналах. Проверьте погрешность на обоих каналах в пределах выбранных уровней сопротивления. Уровень погрешности должен быть краткосрочным и в пределах, приведенных в характеристиках.

Глава 11

Модуль сканирования термистора 2564

В данной главе приведено описание функций и принципов эксплуатации дополнительного модуля сканирования термистора 2564.

11.1 Описание

Модуль сканирования термистора 2564 представляет собой дополнительный модуль, служащий для измерения температуры с помощью восьми термисторов прибора 1560. Он совместим почти со всеми типами датчиков термистора с двумя, тремя и четырьмя проводами. Для минимизации уровня нагрева датчика используется очень небольшая сила тока возбуждения. Для минимизации эффекта термоэлектрического смещения с помощью тока возбуждения производится изменение полярности. Одновременно к прибору 2564 можно подключить восемь датчиков и выполнять измерения поочередно.

11.2 Характеристики

Диапазон сопротивления	0–1 М Ω
Погрешность сопротивления, один год¹ 0–2 к Ω 2–100 к Ω 100 к Ω –1 М Ω	0,2 Ω 100 ед/млн от показаний прибора 300 ед/млн от показаний прибора
Погрешность сопротивления, кратковременная^{1,2} 0–2 к Ω 2–100 к Ω 100 к Ω –1 М Ω	0,15 Ω 75 ед/млн от показаний прибора 250 ед/млн от показаний прибора
Точность определения температуры, один год (с помощью датчика 10 к Ω, $\alpha=0,04$; не считая погрешности датчика)¹ 0 $^{\circ}\text{C}$ 25 $^{\circ}\text{C}$ 50 $^{\circ}\text{C}$ 75 $^{\circ}\text{C}$ 100 $^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,0025$ $^{\circ}\text{C}$ $\pm 0,0025$ $^{\circ}\text{C}$ $\pm 0,0025$ $^{\circ}\text{C}$ $\pm 0,003$ $^{\circ}\text{C}$ $\pm 0,006$ $^{\circ}\text{C}$
Температурный коэффициент	2,5 ед/млн/ $^{\circ}\text{C}$
Ток возбуждения	2,10 мкА; выбирается

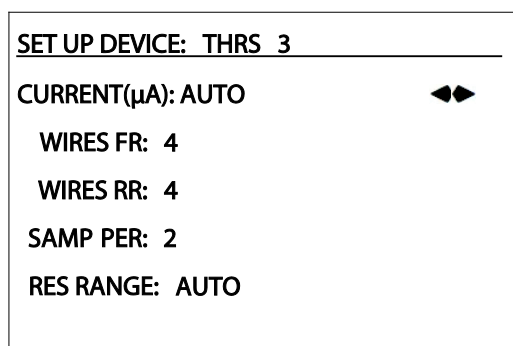
	автоматически; 1 Гц
Максимальное сопротивление выводов	100 Ω
Время измерения	2 секунд
Количество каналов	8
Рекомендуемый диапазон рабочей температуры¹	от 18 до 28 °C (от 64 до 82 °F)
Диапазон абсолютной рабочей температуры	от 5 до 35 °C (от 40 до 95 °F)
Масса	2,5 фунта (1,1 кг)
¹ Характеристики погрешности применимы в пределах диапазона рекомендуемой температуры. Пределы погрешности увеличиваются за счет температурного коэффициента за пределами данного диапазона. ² Кратковременная погрешность включает погрешность нелинейности и шумовую. Однако не включает погрешности дрейфа и калибровки.	

11.3 Эксплуатация

Принцип использования модуля сканирования термистора 2564 с прибором 1560 Black Stack очень прост. В следующих разделах дано описание шагов для настройки и использования модуля 2564 для выполнения измерений с помощью термистора. Инструкции по установке модуля сканирования термистора 2564 на прибор 1560 см. в разделе 4.1.

11.3.1 Конфигурация проводов

Модуль сканирования термистора 2564 совместим с датчиками с двумя, тремя и четырьмя проводами. Однако все подключенные к одному ряду датчики должны быть одного типа. Разъемы расположены в два ряда — передний и задний. Каждый ряд можно настроить независимо для эксплуатации с помощью четырех, двух или трех проводов. Тип соединения выбирается с помощью функции настройки устройства **SET UP DEVICE** в меню программной клавиши **MODULE** (см. раздел 5.4.2). Выберите устройство THRS. Отобразится окно с изображением параметров настройки модуля 2564.



Выберите тип соединения для переднего и заднего рядов с помощью параметров WIRES FR и WIRES RR соответственно. С помощью кнопок ◀▶ перемещайте указатель по строкам. С помощью кнопок ▶▶ можно изменить значения параметров. Нажмите **ENTER**, чтобы установить параметр. Если для одного ряда выбрано значение 3, все подключенные к данному ряду датчики должны быть трехпроводными. Если для одного ряда выбрано значение 4, все подключенные к данному ряду датчики должны быть четырехпроводными.

11.3.2 Подключение щупа

Четырехпроводные датчики подключаются, как показано на рис. 17. Если используется экран, он подключается к разъему 1 с левой стороны. Одна пара проводов подключается к разъемам 2 и 3. Другая пара проводов подключается к разъемам 4 и 5. Разъемы 2 и 5 являются источником тока, а разъемы 3 и 4 служат для измерения потенциала. При использовании четырехпроводных датчиков убедитесь, что для конфигурации проводов для ряда установлено значение 4, как описано выше!

Примечание

Существует два типа разъемов датчика. Один тип разъема оснащен отверстиями для проводов, направленными на переднюю часть модуля, а другой — на заднюю часть. Сведения о разъеме см. на рис. 17.

Трехпроводные датчики подключаются, как показано на рис. 17. Если используется экран, он подключается к разъему 1 с левой стороны. Одна пара проводов подключается к разъемам 2 и 3. Другой провод подключается к разъему 5. Разъем 4 не служит для подключения. Разъемы 2 и 5 служат источником тока. Потенциал измеряется на разъемах 2 и 5, на разъеме 3 потенциал используется для компенсации сопротивления выводов проводов 2 и 5. Убедитесь, что для конфигурации проводов для ряда установлено значение 3, как описано выше! Двухпроводные датчики подключаются, как показано на рис. 17. Если используется экран, он подключается к разъему 1 с левой стороны. Один провод соединяет разъемы 2 и 3. Другой — разъемы 4 и 5. Убедитесь, что для конфигурации проводов для ряда установлено значение 4, как описано выше! При использовании двухпроводных датчиков с помощью прибора 2564 не удастся компенсировать сопротивление выводов.

11.3.3 Установка коэффициентов

После подключения термистора к модулю 2564 должным образом, прибор 1560 может считывать уровень сопротивления. Для точного отображения значений температуры требуется, чтобы прибор 1560 был запрограммирован с помощью коэффициентов, характерных для датчика. Данное действие выполняется с помощью

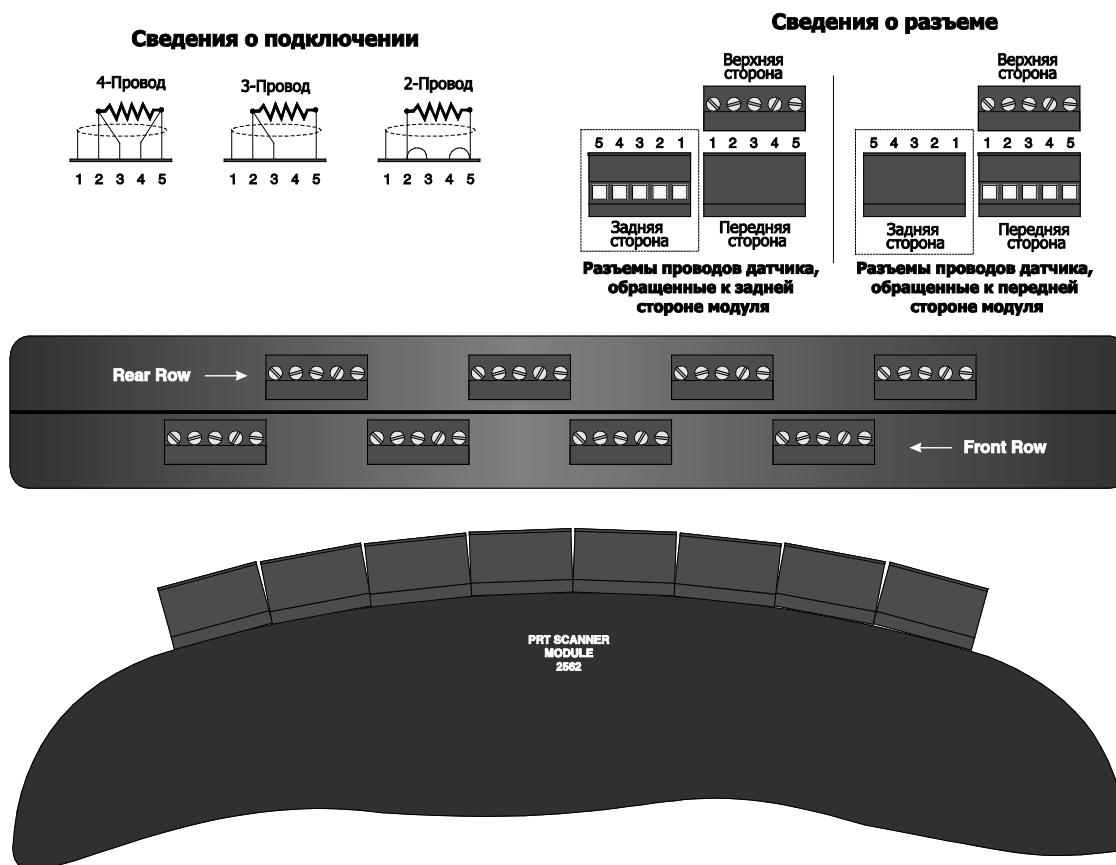


Рисунок 17. Сведения о подключении датчика модуля сканирования термистора

Программная клавиша для редактирования щупа EDIT PROBE в меню щупа **PROBE** (см. раздел 5.2.1). Значения коэффициентов предоставляются вместе с отчетом щупа о калибровке. Убедитесь, что выбран должный тип уравнения: R (T) или T (R).

11.3.4 Ток

Модуль 2564 служит для датчика источником тока, и с его помощью выполняется измерение результирующего напряжения в датчике для определения сопротивления. Сила тока изменяется каждые 0,5 секунды в целях сокращения эффекта термоэлектрического смещения. В зависимости от уровня измеряемого сопротивления ток автоматически переключается в диапазоне между 2 мкА и 10 мкА. При низком уровне сопротивления (ниже около 50 к) используется ток в 10 Ω) А. При высоком уровне сопротивления — 2 мк. При необходимости можно заставить источник тока принудительно использовать 2 мкА для низкого уровня сопротивления с помощью функции настройки устройства **SET UP DEVICE** в меню модуля **MODULE** (см. раздел 5.4.2). Измените параметр **CURRENT (ТОК)** с **AUTO** (АВТОМАТИЧЕСКИ) на 2,0 и нажмите клавишу **ENTER**.

С помощью функции настройки устройства **SET UP DEVICE** можно также получить доступ к двум другим параметрам. С помощью **SAMP PER** можно выбрать частоту дискретизации в диапазоне между 2 (обычно) и 10 секундами. С помощью **RES RANGE** устанавливается диапазон сопротивления: АВТОМАТИЧЕСКИЙ диапазон (обычно), УЗКИЙ и ШИРОКИЙ диапазоны. Основной целью данных параметров является поиск и устранение неисправностей. Во время работы в обычном режиме не следует изменять данные параметры.

11.3.5 Команды для настройки устройства

Команды SYST:MODn:DEVn:READ? и SYST: MODn:DEVn:WRIT (см. разделы 6.5.8.19 и 6.5.8.20) можно использовать для считывания или установки параметров настройки модуля сканирования термистора 2564. Номер входного устройства сканирования термистора — 1. Номером модуля 2564 является его положение в устройстве. Например, если прибор 1560 имеет четыре дополнительных модуля, где модуль 2564 является вторым, номер модуля для 2564 — 2. В таблице 27 представлены команды устройства, используемые для считывания или установки параметров настройки входного устройства сканирования термистора.

Ниже приведены примеры использования команд для установки параметров настройки устройства. Для этих примеров предполагается, что модуль сканирования термистора 2563 занимает второе место в устройстве. Эти команды можно отправлять через любой интерфейс передачи данных, в том числе через интерфейсы IEEE-488 и RS-232.

SYST:MOD2:DEV1:WRIT «CURR»,2 Установить для тока возбуждения значение 2 мкА.

SYST:MOD2:DEV1:READ? «CURR» Считать значение для тока возбуждения.

SYST:MOD2:DEV1:WRIT «WIRF»,4 Установить для конфигурации переднего ряда четырехпроводное значение.

Таблица 24. Команды для модуля сканирования термистора

Команда устройства	Параметр	Описание
CURR	AUTO, 2, 10	Ток возбуждения, мкА
WIRF	3, 4	Конфигурация провода переднего ряда
WIRR	3, 4	Конфигурация провода заднего ряда
SAMP	2, 10	Период дискретизации, секунды
ARNG	AUTO, LOW, HIGH	Диапазон сопротивления

11.4 Калибровка

В данном разделе объясняется процедура калибровки модуля сканирования термистора 2564.

11.4.1 Параметры калибровки



Для калибровки используются три регулируемых параметра: 0_ADJ, 10K_ADJ, и 100K_ADJ. Параметр 0_ADJ непосредственно влияет на измерение при 0 Ω. Он имеет незначительный эффект при 10 к Ω, но проявляет значительное влияние при более высоком уровне сопротивления. Параметр 10K_ADJ непосредственно влияет на измерение при 10 к Ω. Он имеет незначительный эффект при 0 Ω и проявляет относительно значительное влияние при более высоком уровне сопротивления. Параметр 100K_ADJ непосредственно влияет на измерение при 100 к Ω. Он имеет незначительный эффект при 0 Ω и 10 к Ω. Его влияние возрастает при

отклонении сопротивления от 0 Ω или 10 к Ω . Каждый из параметров имеет положительный эффект на уровень первичного сопротивления: при увеличении значения параметра увеличивается измеряемое сопротивление. Теоретически обычное значение по умолчанию равно 0.

11.4.2 Доступ к передней панели

Для оптимизации точности параметры калибровки 0_ADJ, 10K_ADJ и 100K_ADJ можно отрегулировать. Доступ к данным параметрам можно получить через переднюю панель прибора 1560 с помощью функции **CAL DEVICE** в меню программной клавиши **MODULE** (см. раздел 5.4.3). Выберите устройство THRS. Отобразится окно с изображением параметров калибровки устройства..

CALIBRATE DEVICE: THRS <hr/> 0 ADJ: 0.0 10K ADJ: 0.0 100K ADJ: 0.0 CAL DATE: 09-21-95 SER NUM: A32123

Для модуля сканирования термистора 2564 в список параметров входят 0_ADJ, 10K_ADJ и 100K_ADJ. См. описание выше. В этот список включен также параметр данных калибровки (CAL DATE), используемый для записи данных при калибровке модуля, а также параметр серийного номер (SER NUM), используемый для записи серийного номера модуля. С помощью цифровых кнопок и клавиши **ENTER** можно ввести новые значения для параметров. Кнопки   можно использовать для перехода между параметрами.

11.4.3 Процедура калибровки

Процедура калибровки требует выполнение регулировки параметров 0_ADJ, 10K_ADJ и 100_ADJ в трех определенных входных сопротивлениях. Если используемое сопротивление равно примерно 0 Ω , 10 к Ω и 100 к Ω соответственно, процесс регулировки является независимым, а процедура калибровки не представляет сложности. Важен порядок выполнения регулировки. Регулировка параметра 100K_ADJ должна выполняться в последнюю очередь, поскольку регулировки параметров 0_ADJ и 10K_ADJ влияют на измерение при 100 к Ω , когда как 100K_ADJ не влияет на измерения при 0 Ω или 10 к Ω . Для калибровки можно использовать любой канал. Для отображения уровня сопротивления установите для типа преобразования значение R (Ω) (см. раздел 4.2.1.1). Требуемая погрешность стандартов сопротивления равна 1/4 от погрешности прибора: т. е. 0,05 Ω при 0 Ω , 0,25 Ω (25 ед/млн) при 10 к Ω и 2,5 Ω (25 ед/млн) при 100 к Ω . Далее описано рекомендуемое выполнение процедуры.

1. Подключите резистор 0Ω ко входу и измерьте уровень его сопротивления. При использовании замыкающего провода он должен проходить от разъема 3 с левой стороны с разъемам 4 и 5, а затем обратно к разъему 2. Обратите внимание на среднюю погрешность в измерении. Выполните регулировку параметра 0_ADJ путем извлечения погрешности измерения. Например, если вход равен $0,0 \Omega$, а отсчетное устройство показывает $-0,11 \Omega$, параметр 0_ADJ следует отрегулировать, добавив к нему $0,11$.
2. Подключите резистор $10 \text{ к} \Omega$ (погрешность 25 ед/млн) ко входу и измерьте уровень его сопротивления. Обратите внимание на среднюю погрешность в измерении. Выполните регулировку параметра 10K_ADJ путем извлечения погрешности измерения. Например, если вход равен $10,00000 \Omega$, а отсчетное устройство показывает $10,00295 \text{ к}\Omega$, параметр 10K_ADJ следует отрегулировать, отняв от него $2,95$.
3. Подключите резистор $100 \text{ к} \Omega$ (погрешность 25 ед/млн) ко входу и измерьте уровень его сопротивления. Обратите внимание на среднюю погрешность в измерении. Выполните регулировку параметра 100K_ADJ путем извлечения погрешности измерения. Например, если вход равен $100,0000 \Omega$, а отсчетное устройство показывает $99,9913 \text{ к}\Omega$, параметр 100K_ADJ следует отрегулировать, добавив к нему $8,7$.
4. Запишите дату в пределах параметра даты калибровки.
5. Проверьте погрешность при 0Ω , $4 \text{ к} \Omega$, $10 \text{ к} \Omega$, $40 \text{ к} \Omega$, $100 \text{ к} \Omega$ и $1 \text{ М} \Omega$. Проверьте по крайней мере один уровень сопротивления на каждом канале. Уровень погрешности должен быть краткосрочным и в пределах, приведенных в характеристиках.
6. Установите для конфигурации проводов двух рядов трехпроводное значение (см. раздел 11.3.1). Проверьте погрешность по крайней мере для одного уровня сопротивления на каждом канале. Уровень погрешности должен быть краткосрочным и в пределах, приведенных в характеристиках.

Глава 12

Прецизионный термопарный модуль 2565

Примечание

Указания по применению Tungsten-Rhenium и других термопар доступны на сайте www.flukecalibration.com.

В данной главе приведено описание функций и принципов эксплуатации прецизионного термопарного модуля 2565.

12.1 Описание

Прецизионный термопарный модуль 2565 представляет собой дополнительный модуль, служащий для измерения температуры с высокой точностью с помощью термопар. Одновременно к прибору 2565 можно подключить две термопары и выполнять измерения поочередно. Уникальные зажимные розетки модуля совместимы с термопарами с оголенными проводами или со сверхминиатюрными штекерами термопары. С помощью датчиков, расположенных внутри розеток, выполняется измерение температуры для точной автоматической компенсации холодного спая. Для обеспечения более высокого уровня точности вместе с прибором 2565 можно использовать также внешний эталон холодного спая.

12.2 Характеристики

Диапазон напряжения	0–100 мВ
Погрешность напряжения, один год¹ 0–50 мВ 50–100 мВ	0,002 мВ 40 ед/млн от показаний прибора
Погрешность напряжения, кратковременная^{1,2} 0–50 мВ 50–100 мВ	0,0015 мВ 30 ед/млн от показаний прибора
Внутренняя погрешность СЖС¹	От 0,09°C (0,05°F)
Точность определения температуры, внешний СЖС^{1,3} Тип Е при 800 °С Тип J при 1000 °С Тип K при 1200 °С Тип N при 1200 °С Тип S при 1400 °С Тип T при 300 °С Тип Au/Pt при 1000 °С	±0,025 °С (0,045 °F) ±0,039 °С (0,070 °F) ±0,055 °С (0,10 °F) ±0,054 °С (0,098 °F) ±0,17 °С (0,31 °F) ±0,035 °С (0,063 °F) ±0,078 °С (0,14 °F)
Точность определения температуры, внутренний СЖС^{1,3} Тип Е при 800 °С Тип J E при 1000 °С Тип K E при 1200 °С Тип N при 1200 °С Тип S при 1400 °С Тип T при 300 °С Тип Au/Pt при 1000 °С	±0,065 °С (0,12 °F) ±0,083 °С (0,15 °F) ±0,10 °С (0,18 °F) ±0,090 °С (0,16 °F) ±0,19 °С (0,35 °F) ±0,070 °С (0,13 °F) ±0,092 °С (0,17 °F)
Температурный коэффициент напряжения¹	5 ед/млн/ °С (2,8 ед/млн/ °F)
Температурный коэффициент внутреннего СЖС¹	0,005 °С/ °С (0,005 °F/ °F)
Время отбора пробы	2 секунд
Количество каналов	2
Рекомендуемый диапазон рабочей температуры¹	18–28 °С (64–82 °F)
Диапазон абсолютной рабочей температуры	5–35 °С (40–95 °F)
Масса	2,5 фунта
<p>¹. Характеристики погрешности применимы в пределах диапазона рекомендуемой температуры. Пределы погрешности увеличиваются за счет температурного коэффициента за пределами данного диапазона.</p> <p>². Кратковременная погрешность включает погрешность нелинейности и шумовую. Однако не учитывает долговременные погрешности дрейфа и калибровки.</p> <p>³. Точность определения температуры не включает погрешность датчика. Точности, где используется внешний СЖС, не включают допустимую погрешность холодного сплава.</p>	

12.2.1 Вычисление погрешности

Приведенные характеристики точности определения температуры образованы от погрешности напряжения и погрешности СДС. Погрешность отсчетного устройства термопары относительно температуры зависит от отношения напряжение–температура (коэффициент термоэдс) при соответствующей температуре (зависит от типа термопары и ее температуры), от погрешности измерения напряжения, от отношения напряжение–температура при температуре холодного сплава и от точности определения температуры холодного сплава в соответствии со следующим уравнением:

$$u_1 = \frac{u_v}{S(t)} + \frac{S(t_{CJ})}{S(t)} U_{CJ}$$

Для модулей 2565/2566 указывается погрешность напряжения. При использовании внутреннего СДС указывается также и его погрешность. При использовании внешнего СДС пользователь решает, необходимо ли определять погрешность температуры холодного сплава. Точность определения температуры, приведенная выше для внешнего СДС, считается незначительной ошибкой температуры холодного сплава.

Далее приведен пример вычисления погрешности температуры. Допустим, мы проводим измерение с помощью термопары типа Т при $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и с использованием внутреннего СДС. При $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ коэффициент термоэдс термопары типа Т равен примерно $0,016\text{ мВ}/^{\circ}\text{C}$, а при температуре около $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (температура холодного сплава) коэффициент термоэдс составляет приблизительно $0,041\text{ мВ}/^{\circ}\text{C}$. Исходя из характеристик, погрешность напряжения модуля 2565 равна $0,002\text{ мВ}$ (при измеряемом напряжении), а погрешность СДС составляет $0,05\text{ }^{\circ}\text{C}$. При использовании вышеприведенного уравнения для данной ситуации мы имеем погрешность температуры $0,253\text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$u_1 = \frac{0.002\text{ мВ}}{0.016\frac{\text{мВ}}{^{\circ}\text{C}}} + \frac{0.041\frac{\text{мВ}}{^{\circ}\text{C}}}{0.016\frac{\text{мВ}}{^{\circ}\text{C}}} 0.05^{\circ}\text{C} = 0.125^{\circ}\text{C} + 0.128^{\circ}\text{C} = 0.253^{\circ}\text{C}$$

Можно утверждать, что погрешности напряжения и СДС являются нескоррелированными, следовательно, данные погрешности должны быть объединены с помощью расчетов, равных квадратному корню из суммы квадратов. Однако, для упрощения, в наших расчетах мы просто добавили оба компонента. Коэффициенты термоэдс для различных типов термопар при разных температурах приведены в таких стандартных таблицах для термопар, как монография НИСТ 175.

12.3 Эксплуатация

Принцип использования прецизионного термопарного модуля 2565 с прибором 1560 Black Stack очень прост. В следующих разделах дано описание шагов для настройки и использования модуля 2565 для выполнения измерений с помощью термопар. Инструкции по установке прецизионного термопарного модуля 2565 на прибор 1560 см. в разделе 4.1.

12.3.1 Подключение термопары

Для прецизионного термопарного модуля 2565 допустимо использовать оголенные провода и термопарные штекеры сверхминиатюрного размера. Если используется штекер, он должен соответствовать типу термопары для внутреннего СЖС в целях обеспечения высокого уровня точности. Например, при использовании термопары типа К требуется использовать штекер типа К.

Каждая розетка оснащена кулачковым рычагом, благодаря которому розетка открывается и закрывается. См. рис. 18. Чтобы открыть розетку, потяните рычаг вверх. Откройте розетку и вставьте провода или штекер. Положительная клемма расположена слева, а отрицательная — справа. Чтобы зажать провода или штекер, нажмите на рычаг. Подключив термопару к модулю 2565, подождите две минуты перед тем, как выполнять измерения с наиболее точными результатами. При стабилизации температурных градиентов может произойти сдвиг в измерении.

Входные каналы пронумерованы слева направо, как объясняется в разделе 4.5.1 и на рисунке 7.

12.3.2 Выбор типа термопары

Для точного отображения значений температуры требуется запрограммировать каждый канал 2565 для верного типа термопары. Это осуществляется с помощью программной клавиши **EDIT PROBE** (РЕДАКТИРОВАТЬ ЩУП) в меню **PROBE** (ЩУП) (см. раздел 5.2.1). Например, при использовании термопары типа К на входе 1 выберите функцию редактирования щупа **EDIT PROBE** в меню щупа **PROBE**, затем выберите входной канал 1 и установите для типа ПРЕОБРАЗОВАНИЯ значение ТС-К. С помощью прибора 1560 выполняется преобразование напряжения в температуру в соответствии со стандартными формулами, приведенными в *монографии НИСТ 175* (см. раздел 5.2.1.10).

При калибровке термопар или самого модуля 2565 рекомендуется отображать напряжение вместо температуры. Чтобы отображать напряжения, установите для типа ПРЕОБРАЗОВАНИЯ значение V (см. раздел 5.2.1.9).

12.3.3 Выбор типа СЖС

Прибор 1560 и модуль 2565 могут работать с внутренней и внешней компенсации холодного спая (СЖС). Компенсация СЖС необходима, поскольку с помощью термопары можно измерять только относительные температуры между измерительным и эталонным спаями. Чтобы определить абсолютную температуру, требуется знать температуру эталонного спая. При использовании внутренней компенсации СЖС температура эталонного спая (где термопара подключается к модулю 2565) измеряется автоматически с помощью внутреннего датчика температуры термистора и используется при расчете абсолютной температуры термопары. Этот способ наиболее удобен и чаще используется. Однако он имеет ограничения относительно погрешности. Поскольку трудно размещать датчик слишком близко к разъемам и поддерживать низкий градиент температур между датчиком и разъемами. С помощью внешней

компенсации СЖС эталонный спай создается на внешнем уровне, и с помощью медных проводов данный спай подключается к модулю 2565. Эталонный вывод помещается в ледяную баню или в другую среду, температура которой стабильна и точно измерена. Эта методика обеспечивает повышенную точность, однако не очень удобна, поскольку требует сложной схемы подключения и источника стабильной и точно измеренной температуры.

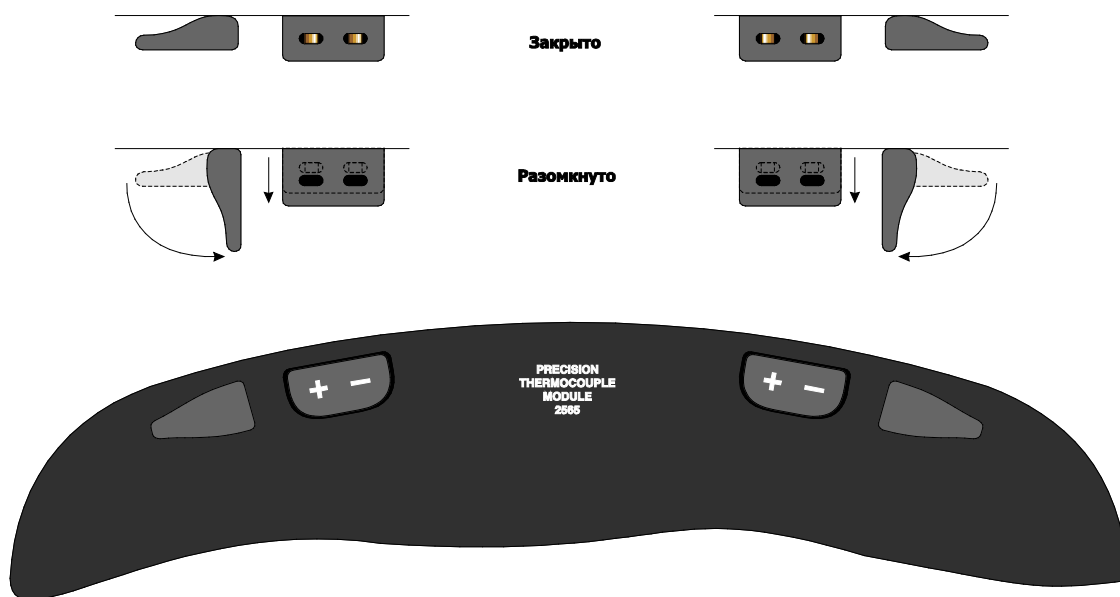


Рисунок 18. Работа розетки термопары модуля 2565

Тип компенсации СЖС выбирается с помощью функции редактирования щупа **EDIT PROBE** в меню щупа **PROBE**. Установите для параметра СЖС значение **INTERNAL** (ВНУТРЕННИЙ) (значение по умолчанию). С помощью внутренней СЖС значение СЖС TEMP измеряется автоматически. Пользователю не требуется вводить значение. При использовании внешней СЖС с внешним источником температуры и эталонным спаем установите для СЖС значение **EXTERNAL** (ВНЕШНИЙ). Для параметра СЖС TEMP требуется также указать значение для температуры внешнего эталонного спаия. Например, если эталонный спай помещен в ледяную баню, установите для параметра СЖС TEMP значение 0,0.

12.3.4 Использование калиброванных термопар

С помощью прибора 1560 обычно производится преобразование напряжения в температуру в соответствии со стандартными уравнениями, приведенными в монографии НИСТ 175. Однако фактические характеристики напряжения-температуры определенной термопары могут отклоняться от стандартных уравнений. Чтобы отрегулировать данную погрешность, можно специально запрограммировать прибор 1560. Чтобы определить погрешность, требуется выполнить калибровку термопары.

Определить регулировку можно двумя способами. Можно определить регулировки при различных температурах (см. раздел 5.2.1.10). Например, если при калибровке термопары значение измерения превышает на 0,06 °C при температуре 500 °C, следует указать -0,06 в качестве регулировки 500 °C как температуры калибровки. Можно определить регулировки до трех точек калибровки. Для оценки требуемой регулировки при

температурах между точками калибровки используется алгебраическое уравнение.

Для термопар типа R, S и термопар золото-платина можно определить регулировку также с помощью квадратного многочлена (см. раздел 5.2.1.10).

12.3.5 Обеспечение оптимального уровня погрешности

Чувствительность измерений термопары, особенно при использовании внутренней компенсации CJC, требует принятие определенных мер предосторожности для обеспечения высокого уровня точности.

12.3.5.1 Время прогрева

Когда модуль 2565 прогревается после включения питания, значения измерений могут слегка измениться. Для обеспечения высокого уровня точности перед выполнением прецизионных измерений следует прогреть модуль 2565 в течение одного часа.

12.3.5.2 Окружающая среда

При использовании внутренней компенсации холодного спаи разъемы и внутренние датчики чувствительны к колебаниям окружающей температуры. Модуль 2565 следует использовать в стабильной окружающей среде, свободной от крупных и внезапных колебаний окружающей температуры. Модуль 2565 будет давать более точные результаты, если окружающая температура, при которой он используется, будет близка к температуре, при которой он был калиброван.

12.3.5.3 Тепловая стабилизация

Когда термопара подключена к модулю 2565, перед нагреванием в разьеме требуется выждать определенное количество времени, а розетка становится равномерно распределенной. Для получения наилучших результатов подождите по крайней мере две минуты перед выполнением прецизионных измерений.

12.3.5.4 Ток заземления

Входы модуля 2565 электрически изолированы от остальных компонентов системы прибора 1560 и заземлены. Таким образом удастся избежать появления контуров заземления, вызывающих шум и погрешности в измерениях. Однако, два входных канала не изолированы друг от друга. Возникновение погрешности возможно в результате наложения потенциалов напряжения между двумя термопарами. По возможности рекомендуется использовать изолированные спаи термопар. Если требуется использовать заземленные термопары, следует принять меры предосторожности во избежание возникновения потенциалов между термопарами.

12.3.6 Параметры настройки

С помощью функции настройки устройства **SET UP DEVICE** в меню модуля **MODULE** (см. раздел 5.4.2) можно получить доступ к двум параметрам настройки.

С помощью параметра заземления **GROUND** можно внутренне подключить входную линию к заземлению. Для этого установите на данного параметра значение **ON** (ВКЛ.). Таким образом можно сократить уровень шума.

С помощью SAMP PER можно выбрать период дискретизации в диапазоне между 2 (обычно) и 10 секундами. Основной целью данного параметра является поиск и устранение неисправностей. Во время работы в обычном режиме не следует изменять данный параметр.

12.4 Калибровка

В данном разделе объясняется процедура калибровки прецизионного термопарного модуля 2565.

12.4.1 Параметры калибровки

Для калибровки используется восемь регулируемых параметров. Они приведены в таблице 28. Параметр AMP GA устанавливается на заводе в соответствии с типом установленного усилителя. После выполнения первоначальной калибровки данный параметр не следует изменять. Если для измерения напряжения отмечается погрешность в коэффициенте около 2 единиц, параметр AMP GA может работать не должным образом.

Таблица 25. Параметры калибровки прецизионного термопарного модуля

Параметр	Описание
AMP GA	Установка значения номинального усиления для усилителя
OS 1	Регулировка погрешности напряжения входа 1 при 0 мВ OS
2	Регулировка погрешности напряжения входа 2 при 0 мВ GA
1	Регулировка погрешности напряжения входа 1 при 100 мВ
GA 2	Регулировка погрешности напряжения входа 2 при 100 мВ
CJ 1	Регулировка погрешности внутренней компенсации CJC входа 1
CJ 2	Регулировка погрешности внутренней компенсации CJC входа 2
CAL DATE	Запись даты калибровки модуля

12.4.2 Доступ к передней панели

Доступ к параметрам калибровки можно получить через переднюю панель прибора 1560 с помощью функции **CAL DEVICE** в меню программной клавиши **MODULE** (см. раздел 5.4.3). Выберите устройство PTC. Отобразится окно с изображением параметров калибровки устройства..

CALIBRATE DEVICE: TCS	
AMP GA: 1	
OS 1: 0.0007	
OS 2: 0.0005	
GA 1: -0.2138	
GA 2: -0.2134	
CJ 1: 0.273	↓

С помощью цифровых кнопок и клавиши **ENTER** можно ввести новые значения для параметров. Кнопки можно использовать для перехода между параметрами.

12.4.3 Процедура калибровки

Процесс калибровки выполняется в два шага. Сначала выполняется калибровка измерения напряжения, а затем внутренней компенсации СЖС. Требуемое оборудование: программируемый источник напряжения, прецизионный вольтметр с погрешностью 10 ед/млн или выше, термопара (желательно тип E), а также источник температуры 0–30 °С.

Комбинированная погрешность эталонной термопары и источника температуры должна составлять 0,012 °С или выше в диапазоне между эталонной и окружающей температурами. При выполнении каждого шага процедуры калибровки показания прибора должны стабилизироваться по крайней мере в течение двух минут перед записью измерений. Кроме того, модуль 2565 должен прогреваться в течение, как минимум, одного часа после включения питания перед выполнением калибровки. Далее описано рекомендуемое выполнение процедуры.

1. Подключите источник напряжения ко входу 1, установите для него значение 0 мВ и с помощью прибора 1560 и вольтметра измерьте напряжение (с помощью канала 1). Отрегулируйте параметр OS 1, отняв значение погрешности измерения. Например, если прибор 1560 измеряет –0,0006 мВ, отрегулируйте параметр OS 1, добавив к нему 0,0006. Ранее он имел значение 0,0000. Теперь — 0,0006.
2. Подключите источник напряжения ко входу 2, установите для него значение 0 мВ и с помощью прибора 1560 и вольтметра измерьте напряжение (с помощью канала 2). Отрегулируйте параметр OS 2, отняв значение погрешности измерения.
3. Подключите источник напряжения ко входу 1, установите для него значение 100 мВ и с помощью прибора 1560 и вольтметра измерьте напряжение (с помощью канала 1). Отрегулируйте параметр GA 1, отняв значение погрешности измерения. Например, если вход равен 10,00000 мВ, а прибор 1560 показывает 100,2953 мВ, параметр GA 1 следует отрегулировать, отняв от него 0,2953. Ранее он имел значение 0,0000. Теперь — –0,2953.

4. Подключите источник напряжения ко входу 2, установите для него значение 100 мВ и с помощью прибора 1560 и вольтметра измерьте напряжение (с помощью канала 2). Отрегулируйте параметр GA 2, отняв значение погрешности измерения.
5. Проверьте погрешность напряжения обоих входных каналов при 0 и 50 мВ. Значение погрешности должно находиться в пределах кратковременной погрешности напряжения, приведенной в характеристиках.
6. Подключите откалиброванную термопару ко входу 1 и установите спай в температурный источник. С помощью модуля 2565 измерьте температуру (используйте канал 1 и убедитесь, что он запрограммирован для должного типа термопары). Отрегулируйте параметр CJ 1, отняв значение погрешности измерения. Например, если температура термопары равно 0,0 °С, но прибор 1560 считывает 0,184 °С, следует отрегулировать параметр CJ OS 1, отняв от него 0,184. Ранее он имел значение 0,000. Теперь — -0,184.
7. Подключите откалиброванную термопару ко входу 2. С помощью модуля 2565 измерьте температуру (используйте канал 2 и убедитесь, что он запрограммирован для должного типа термопары). Отрегулируйте параметр CJ 2, отняв значение погрешности измерения.
8. С помощью откалиброванной термопары и источника температуры проверьте погрешность температуры на двух входных каналах. Значение погрешности должно находиться в пределах 75 % от погрешности внутренней компенсации CJC, приведенной в характеристиках.
9. Запишите дату калибровки с помощью параметра CAL DATE.

Глава 13

Модуль сканирования термопары 2566

Примечание

Указания по применению Tungsten-Rhenium и других термопар доступны на сайте www.flukecalibration.com.

В данной главе приведено описание функций и принципов эксплуатации дополнительного модуля сканирования термопары 2566.

13.1 Описание

Модуль сканирования термопары 2566 представляет собой дополнительный модуль, служащий для измерения температуры с высокой точностью с помощью прибора 1560 с использованием до 12 термопар одновременно. Он совместим практически со всеми типами датчиков термопар. Для удобства модуль оснащен встроенной компенсацией холодного спая (СЖС). В качестве альтернативы и для обеспечения более высокого уровня точности можно использовать внешнюю компенсацию СЖС. Одновременно к модулю 2566 можно подключить 12 датчиков и выполнять измерения поочередно.

13.2 Характеристики

Диапазон напряжения	0–100 мВ
Погрешность напряжения, один год ¹ 0–50 мВ 50–100 мВ	0,004 мВ 80 ед/млн от показаний прибора
Погрешность напряжения, кратковременная ^{1,2} 0–50 мВ 50–100 мВ	0,003 мВ 60 ед/млн от показаний прибора
Внутренняя погрешность СЖС ¹	От 0,36°C (0,2°F)
Точность определения температуры, внешняя СЖС ^{1,3} Тип Е при 800 °С Тип J при 1000 °С Тип K при 1200 °С Тип N при 1200 °С Тип S при 1400 °С Тип T при 300 °С	±0,05 °С (0,09 °F) ±0,08 °С (0,14 °F) ±0,11 °С (0,20 °F) ±0,11 °С (0,20 °F) ±0,33 °С (0,60 °F) ±0,07 °С (0,13 °F)

Точность определения температуры, внутренняя СЖС ^{1,3}	
Тип Е при 800 °С	±0,21 °С (0,38 °F)
Тип J при 1000 °С	±0,25 °С (0,46 °F)
Тип K при 1000 °С	±0,33 °С (0,60 °F)
Тип N при 1000 °С	±0,26 °С (0,47 °F)
Тип S при 1400 °С	±0,43 °С (0,78 °F)
Тип T при 300 °С	±0,21 °С (0,38 °F)
Температурный коэффициент напряжения ¹	10 ед/млн/ °С (5,6 ед/млн/ °F)
Температурный коэффициент внутренней СЖС ¹	±0,03 °С/ °С (±0,03 °F/ °F)
Время отбора пробы	2 секунд
Количество каналов	12
Рекомендуемая рабочая температура ¹	от 18 до 28 °С (от 64 до 82 °F)
Диапазон абсолютной рабочей температуры	от 5 до 35 °С (от 40 до 95 °F)
Масса	2,5 фунта
<p>¹. Характеристики погрешности применимы в пределах диапазона рекомендуемой температуры. Пределы погрешности увеличиваются за счет температурного коэффициента за пределами данного диапазона.</p> <p>². Кратковременная погрешность включает погрешность нелинейности и шумовую. Однако не учитывает долговременные погрешности дрейфа и калибровки.</p> <p>³. Точность определения температуры не включает погрешность датчика. Точности, где используется внешняя компенсация СЖС, не включают допустимую погрешность холодного спая.</p>	

13.2.1 Вычисление погрешности

Сведения о вычислении погрешности температуры для измерений термопары см. в разделе 12.2.1.

13.3 Эксплуатация

Принцип использования модуля сканирования термопары 2566 с прибором 1560 Black Stack очень прост. В следующих разделах дано описание шагов для настройки и использования модуля 2566 для выполнения измерений с помощью термопар. Инструкции по установке модуля сканирования термопары 2566 на прибор 1560 см. в разделе 4.1.

13.3.1 Подключение термопары

Для модуля сканирования термопары 2566 допустимо использовать оголенные провода и термопарные штекеры сверхминиатюрного размера. Подключение осуществляется с помощью положительной клеммы слева и отрицательной справа. В целях обеспечения точности внутренней компенсации СЖС требуется использовать разъем, подходящий типу термопары. Например, при использовании термопары типа К требуется использовать разъем типа К, изготовленный из аналогичного типа металла. Подключив разъем термопары к модулю 2566, подождите две минуты перед тем, как выполнять измерения с наиболее точными результатами.

Входные каналы пронумерованы слева направо и спереди назад, как объясняется в разделе 4.5.1 и на рисунке 7.

13.3.2 Выбор типа термопары

Для точного отображения значений температуры требуется, чтобы прибор 1560 был запрограммирован с помощью соответствующего типа термопары для каждого входного канала. Это осуществляется с помощью программной клавиши **EDIT PROBE** (РЕДАКТИРОВАТЬ ЩУП) в меню **PROBE** (ЩУП) (см. раздел 5.2.1). Например, при использовании термопары типа **K** на входе 3 выберите функцию редактирования щупа **EDIT PROBE** в меню щупа **PROBE**, затем выберите входной канал 3 и установите для типа ПРЕОБРАЗОВАНИЯ значение ТС-К. С помощью прибора 1560 выполняется преобразование напряжения в температуру в соответствии со стандартными формулами, приведенными в *монографии НИСТ 175* (см. раздел 5.2.1.10).

При калибровке термопар или самого модуля 2566 рекомендуется отображать напряжение вместо температуры. Чтобы отображать напряжения, установите для типа ПРЕОБРАЗОВАНИЯ значение V (см. раздел 5.2.1.9).

13.3.3 Выбор типа коэффициента СТС

Прибор 1560 совместим с внутренней и внешней компенсациями СТС. Компенсация СТС необходима, поскольку с помощью термопары можно измерять только относительные температуры между измерительным и эталонным спаями. Чтобы определить абсолютную температуру, требуется знать температуру эталонного спая. С помощью внутренней компенсации СТС температура эталонного спая, предполагаемая точка соединения термопары с модулем 2566, измеряется с использованием внутреннего термисторного датчика температуры. Этот способ очень удобный и часто используемый. Однако он имеет ограничения относительно погрешности. Поскольку трудно размещать датчик слишком близко к разъемам и поддерживать низкий градиент температур между датчиком и разъемами. С помощью внешней компенсации СТС эталонный спай создается на внешнем уровне, и с помощью медных проводов данный спай подключается к модулю 2566. Эталонный вывод помещается в ледяную баню или в другую среду, температура которой стабильна и точно измерена. Эта методика обеспечивает повышенную точность, однако не очень удобна, поскольку требует сложной схемы подключения и источника стабильной и точно измеренной температуры.

Прибор 1560 можно использовать с внутренней или внешней компенсацией СТС. В большинстве случаев используется внутренняя компенсация СТС, когда щуп термопары подключается к прибору 2566 напрямую. Тип компенсации СТС выбирается с помощью функции редактирования щупа **EDIT PROBE** в меню щупа **PROBE**. Установите для параметра СТС значение **INTERNAL** (ВНУТРЕННИЙ) (значение по умолчанию). С помощью внутренней СТС значение СТС TEMP измеряется автоматически. Пользователю не требуется вводить значение. При использовании внешней СТС с внешним источником температуры и эталонным спаем установите для СТС значение **EXTERNAL** (ВНЕШНИЙ). Для параметра СТС TEMP требуется также указать значение для температуры внешнего эталонного спая. Например, если эталонный спай помещен в ледяную баню, установите для параметра СТС TEMP значение 0,0.

13.3.4 Использование калиброванных термопар

С помощью прибора 1560 обычно производится преобразование напряжения в температуру в соответствии со стандартными уравнениями, приведенными в монографии НИСТ 175. Однако фактические характеристики напряжения-температуры определенной термопары могут отклоняться от стандартных уравнений. Для повышения уровня точности модуль 2566 можно запрограммировать для выполнения регулировок стандартных уравнений. Чтобы определить погрешность, требуется выполнить калибровку термопары.

Определить регулировку можно двумя способами. Можно определить регулировки при различных температурах (см. раздел 5.2.1.10). Например, если при калибровке термопары значение измерения превышает на 0,06 °C при температуре 500 °C, следует указать -0,06 в качестве регулировки 500 °C как температуры калибровки. Можно определить регулировки до трех точек калибровки. Для оценки требуемой регулировки при температурах между точками калибровки используется алгебраическое уравнение.

Для термопар типа R, S и термопар золото-платина можно определить регулировку также с помощью квадратного многочлена (см. раздел 5.2.1.10).

13.3.5 Обеспечение оптимального уровня погрешности

Чувствительность измерений термопары, особенно при использовании внутренней компенсации СЖС, требует принятие определенных мер для обеспечения высокого уровня точности. Подробные сведения см. в следующих разделах.

13.3.5.1 *Время прогрева*

Когда модуль 2566 прогревается после включения питания, значения измерений могут слегка измениться. Для обеспечения высокого уровня точности перед выполнением прецизионных измерений следует прогревать модуль 2566 в течение одного часа.

13.3.5.2 *Окружающая среда*

При использовании внутренней компенсации холодного спая разъемы и внутренние датчики чувствительны к колебаниям окружающей температуры. Модуль 2566 следует использовать в стабильной окружающей среде, свободной от крупных и внезапных колебаний окружающей температуры. Модуль 2566 будет давать более точные результаты, если окружающая температура, при которой он используется, будет близка к температуре, при которой он был калиброван. Внутренняя компенсация СЖС более точная для восьми входов, расположенных у центра модуля. Для более точных измерений используйте данные каналы вместо четырех входов, расположенных с внешней стороны.

13.3.5.3 *Тепловая стабилизация*

Процесс снятия и установки штекеров термопары в модуль 2566 приводит к неустановившимся колебаниям температуры. Этот нагрев может привести к небольшим погрешностям в измерении от двух до четырех минут после подключения термопары. Для получения наилучших результатов подождите по крайней мере две минуты перед выполнением прецизионных измерений.

13.3.6 Параметры настройки

С помощью функции настройки устройства SET UP DEVICE в меню модуля MODULE (см. раздел 5.4.2) можно получить доступ к двум параметрам настройки. С помощью SAMP PER можно выбрать период дискретизации в диапазоне между 2 (обычно) и 10 секундами. С помощью POS отображается определенное положение модуля в устройстве. Основной целью данных параметров является поиск и устранение неисправностей. Во время работы в обычном режиме не следует изменять данные параметры.

13.4 Калибровка

В данном разделе объясняется процедура калибровки модуля сканирования термопары 2566.

13.4.1 Параметры калибровки

Для калибровки используется 18 регулируемых параметров. Они приведены в таблице 29.

Рисунок 26. Параметры калибровки модуля сканирования термопары

Параметр	Описание
AMP GA	Установка значения номинального усиления для усилителя, тип 1 или 2
OS 1	Регулировка погрешности напряжения входов 1–6 при 0 мВ
GA 1	Регулировка погрешности напряжения входов 1–6 при 100 мВ
CJ OS 1	Регулировка погрешности внутренней компенсации СJC входа 1
CJ OS 2	Регулировка погрешности внутренней компенсации СJC входа 2
CJ OS 3	Регулировка погрешности внутренней компенсации СJC входа 3
CJ OS 4	Регулировка погрешности внутренней компенсации СJC входа 4
CJ OS 5	Регулировка погрешности внутренней компенсации СJC входа 5
CJ OS 6	Регулировка погрешности внутренней компенсации СJC входа 6
OS 2	Регулировка погрешности напряжения входов 7-12 при 0 мВ
GA 2	Регулировка погрешности напряжения входов 7-12 при 100 мВ
CJ OS 7	Регулировка погрешности напряжения входа 7
CJ OS 8	Регулировка погрешности напряжения входа 8
CJ OS 9	Регулировка погрешности напряжения входа 9
CJ OS 10	Регулировка погрешности напряжения входа 10
CJ OS 11	Регулировка погрешности напряжения входа 11
CJ OS 12	Регулировка погрешности напряжения входа 12
CAL DATE	Запись даты калибровки модуля

13.4.2 Доступ к передней панели

Доступ к параметрам калибровки можно получить через переднюю панель прибора 1560 с помощью функции **CAL DEVICE** в меню программной клавиши **MODULE** (см. раздел 5.4.3). Выберите устройство TCS. Отобразится окно с изображением параметров калибровки устройства.. Параметры калибровки отображаются на двух экранах. Эти два экрана отображаются попеременно при каждом отображении окна калибровки устройства. На первом экране отображаются первые девять параметров — от AMP GA до CJ OS 6.

CALIBRATE DEVICE: TCS	
AMP GA:	1
OS 1:	0.0006
GA 1:	-0.257
CJ OS 1:	-0.08
CJ OS 2:	-0.11
CJ OS 3:	-0.07

На втором экране отображаются параметры от OS 2 до CJ OS 12, а также параметр даты калибровки CAL DATE.

CALIBRATE DEVICE: TCS	
OS 2:	-0.0004
GA 2:	-0.241
CJ OS 7:	-0.05
CJ OS 8:	0.02
CJ OS 9:	-0.10
CJ OS 10:	-0.08

13.4.3 Процедура калибровки

Процесс калибровки выполняется в два шага. Сначала выполняется калибровка измерения напряжения, а затем внутренняя компенсация CJC. Калибровка выполняется на трех каналах одновременно. Требуемое оборудование: медный замыкающий штекер, программируемый источник напряжения, прецизионный вольтметр с погрешностью 20 ед/млн или выше, термopара (желательно тип E) с погрешностью калибровки 0,025 °C или выше от 0 до 30 °C, а также источник температуры 0–30 °C с погрешностью 0,025 °C. Параметр AMP GA устанавливается на заводе в соответствии с типом установленного усилителя. Данный параметр никогда не следует изменять. При выполнении каждого шага процедуры калибровки показания прибора должны стабилизироваться по крайней мере в течение пяти минут перед записью измерений. Кроме того, модуль 2566 должен прогреться в течение, как минимум, одного часа после включения питания перед выполнением калибровки. Далее описано рекомендуемое выполнение процедуры.

1. Подключите медный штекер ко входу 2 (или к любому из входов от 1 до 6) и измерьте напряжение. Отрегулируйте параметр OS 1, отняв значение погрешности измерения. Например, если прибор Black Stack измеряет $-0,0013$ мВ, отрегулируйте параметр OS 1, добавив к нему $0,0013$. Таким образом регулируется смещение для каналов от 1 до 6.
2. Подключите источник напряжения ко входу 2, установите для него значение 100 мВ и с помощью прибора 1560 и вольтметра измерьте напряжение. Обратите внимание на среднюю погрешность в измерении модуля 2566. Отрегулируйте параметр GA 1, отняв значение погрешности измерения. Например, если вход равен $10,00000$ мВ, а прибор 1560 показывает $100,2953$ мВ, параметр GA 1 следует отрегулировать, отняв от него $0,2953$. Таким образом регулируется усиление для каналов от 1 до 6.
3. Повторите шаги 1 и 2 для входа 8 (или для любого из входов от 7 до 12), отрегулировав параметры OS 2 и GA 2. Таким образом калибруется измерение напряжения входов от 7 до 12.
4. Проверьте погрешность напряжения каждого из 12 входных каналов при 0 и 50 мВ. Значение погрешности должно находиться в пределах кратковременной погрешности напряжения, приведенной в характеристиках.
5. Подключите откалиброванную термопару ко входу 1 и установите измерительный спай в температурный источник. С помощью модуля 2566 измерьте температуру (убедитесь, что прибор 1560 запрограммирован для должного типа термопары). Обратите внимание на среднюю погрешность в измерении модуля 2566. Отрегулируйте параметр CJ OS 1, отняв значение погрешности измерения. Например, если температура термопары равно $0,0$ °C, но прибор 1560 считывает $0,18$ °C, следует отрегулировать параметр CJ OS 1, отняв от него $0,18$. Таким образом регулируется компенсация CJC для входа 1.
6. Повторите шаг 5 для входов 2–12, отрегулировав параметры CJ OS 2–CJ OS12 соответственно.
7. С помощью откалиброванной термопары и источника температуры проверьте погрешность температуры каждого из 12 входных каналов. Значение погрешности должно находиться в пределах 75 % от погрешности внутренней компенсации CJC, приведенной в характеристиках.
8. Запишите дату калибровки с помощью параметра CAL DATE.

Глава 14

Расширенный модуль связи 3560

В данной главе приведено описание функций и принципов эксплуатации расширенного модуля связи 3560.

14.1 Описание

Дополнительный модуль 3560 служит для расширения возможностей связи прибора 1560. Модуль оснащен интерфейсом GPIB (IEEE-488). Благодаря данному интерфейсу с помощью системного контроллера можно удаленно управлять прибором 1560 и считывать измерения через шину IEEE-488. Благодаря интерфейсу принтера Centronics можно подключать прибор 1560 к принтеру. Прибор 1560 можно запрограммировать для печати результатов измерений в режиме реального времени. Можно печатать также результаты измерений, полученных ранее и сохраненных в приборе 1560. Модуль 3560 оснащен также аналоговым выходом. Данный выход служит источником напряжения, которое представляет собой значение измерения. Аналоговый выход можно подключать к ленточному самописцу для графического отображения температуры в течение продолжительного времени. Кроме того, модуль 3560 оснащен также вторым последовательным портом RS-232. Его можно использовать в качестве двунаправленного интерфейса связи или последовательного интерфейса принтера для печати данных.

14.2 Характеристики

См. Таблицу 30.

14.3 Установка

Расширенный модуль связи 3560 присоединяется к задней стороне системы 1560, как и любой другой модуль. Инструкции по установке модулей на прибор 1560 см. в разделе 4.1. Поскольку разъемы модуля 3560 расположены на его задней части, его следует устанавливать на устройство в последнюю очередь.

После установки модуля 3560 на прибор 1560 данное устройство автоматически распознает модуль связи и его функции. Добавлены пять устройств: устройство связи GPIB (GPIB), последовательное устройство связи (SERC), последовательное устройство печати (SERP), параллельное устройство печати (PARP) и устройство с аналоговым выходом (AOUT). Данные устройства помечены в соответствии с соответствующими функциями программных клавиш. Принцип работы каждого из устройств описан в следующих разделах.

14.4 Устройство связи GPIB

Благодаря интерфейсу GPIB (IEEE-488) можно подключать прибор 1560 к шине IEEE-488 вместе с другими приборами. С помощью системного контроллера можно удаленно управлять прибором 1560 и считывать измерения.

Таблица 27. Характеристики 3560

Интерфейс GPIB (IEEE-488)	
Возможность	IEEE-488.2, 1992 SH1, подтверждение связи со стороны источника AH1, подтверждение связи со стороны приемника T6, базовые функции передатчика, последовательный опрос, без возможности только передачи, не настроен на передачу, если MLA TE0, без расширенной возможности передачи L4, базовые функции приемника, без возможности только приема, не настроен на прием, если MTA LE0, без расширенной возможности приема SR1, полная возможность последовательного опроса RL0, без возможности удаленного локального управления PP0, без возможности параллельного опроса DC1, полная возможность сброса устройства DT0, без возможности триггера устройства C0, без возможности управления E2, драйверы с тремя состояниями
Параллельный интерфейс печати (Centronics)	
Разъем	25-штырьковый, сверхминиатюрный D
Последовательный интерфейс (RS-232)	
скорость передачи данных	1200–19 200
Протокол	8 информационных разрядов, 1 стоп-бит, без контроля четности
Аналоговый выход	
Количество каналов	1
Разъем	двухклеммные винтовые зажимы
Диапазон напряжения	-1,25– +1,25 В
Разрешение по напряжению	0.0006 В
Цифровое разрешение	12 бит
Максимальное сопротивление источника	1 Ω
Максимальный ток на выходе	2 мА
Линейность	±0.0006V
Типичная погрешность [†]	±2 % ±0,02 В
Изоляция	заземлено
Рекомендуемый диапазон рабочей температуры	от 18 до 28 °C (от 64 до 82 °F)
Диапазон абсолютной рабочей температуры	от 5 до 35 °C (от 40 до 95 °F)
Масса	2,2 фунта (1 кг)
[†] Погрешность аналогового выхода может быть значительно улучшена путем калибровки	

14.4.1 Возможность

Интерфейс 3560 GPIB соответствует стандарту IEEE-488.2, 1992. Его возможности определяются как SH1, AH1, T6, L4, SR1, DC1 и E2. Данный интерфейс оснащен следующими возможностями: передача, прием, последовательный опрос, сброс устройства. Однако он не оснащен такими возможностями, как только передача, только прием, расширенная передача или прием, параллельный опрос, удаленное локальное управление и триггер, а также он не может работать в качестве контроллера. Такие команды IEEE-488, как GET, GTL, LLO, и REN принимаются без погрешности, но игнорируются.

14.4.2 Подключение

Порт IEEE-488 расположен на задней стороне модуля 3560. Для подключения к контролеру GPIB используйте стандартный кабель IEEE-488. Во избежание электромагнитных излучений (EM) следует использовать экранированный кабель.

14.4.3 Настройка устройства

Система прибора 1560 должна быть настроена для реагирования на адресацию, с которой сообщается контроллер. Адрес настраивается с помощью функции настройки устройства **SET UP DEVICE** в меню программной клавиши **MODULE** (см. раздел 5.4.2). Выберите устройство GPIB. Отобразится окно с изображением параметров настройки устройства:

SET UP DEVICE: GPIB <hr/> ADDRESS: 22 TERMINATION: LF RESET: NO

Для устройства связи GPIB модуля 3560 список параметров включает следующее: адрес, завершение строки, функция сброса интерфейса. Значение по умолчанию — 22. Допустимый диапазон: от 1 до 30. При попытке установить адрес за пределами данного диапазона значение для адреса остается неизменным. При необходимости используйте кнопки с цифрами, чтобы изменить адрес, и нажмите **ENTER**. Новый адрес вступит в силу незамедлительно.

Параметр завершения **TERMINATION** используется для установки символа завершения строки для связи IEEE-488. Обычно устанавливается значение LF, что приводит к отправке символа перевода строки (ASCII 0A в шестнадцатеричной системе или число 10 в десятичной системе) в конец каждой строки пропускания. При необходимости его можно заменить на символ возврата каретки (ASCII 0D в шестнадцатеричной системе или число 13 в десятичной системе). Завершение изменяется с помощью кнопок **◀▶** и нажатия клавиши **ENTER**.

Функцию сброса **RESET** можно использовать для сброса интерфейса IEEE-488 и входных и выходных буферов. Это аналогично выполнению команд сброса устройства IEEE-488: DCL или SDC. Используйте кнопки **◀▶**, чтобы изменить значение параметра на «ДА», и нажмите **ENTER**.

14.4.4 Команды

В разделе 6 приведено описание команд, используемых для осуществления удаленной связи. С помощью этих команд можно управлять практически всеми функциями прибора 1560. Например, команду ROUT:CLOS (@1) можно использовать для выбора входного канала 1 для измерений. Команду INIT:CONT ON можно использовать для запуска непрерывного измерения. Команда FETC? (@1) используется для считывания результатов измерений с входного канала 1.

14.4.5 Последовательный опрос

Функция последовательного опроса используется для оповещения контроллера IEEE-488 о возникновении определенных событий, таких как завершение измерения или ошибка связи. Включение последовательного опроса происходит путем установки необходимых маскировочных битов регистра запроса активации функций (см. раздел 6.5.10.7). Например, при настройке регистра SRE посредством команды «*SRE 128» устройство 1560 отправит запрос на обслуживание после установки бита состояния функционирования (OSB) в регистре байта состояния (см. раздел 6.5.10.9). В случае с суммарными битами регистра байта состояния (например, битом OSB) следует включить оповещение, установив определенные маскировочные биты в соответствующем регистре состояния. Например, чтобы по завершении измерений отобразился бит OSB, следует установить бит 4 регистра активации состояния функционирования (см. разделы 6.5.10.13 и 6.5.10.15).

После создания на устройстве 1560 запроса на обслуживание, на контроллер IEEE-488 отправляется сообщение SRQ. Затем контроллер считывает регистр байта состояния с устройства 1560. (Значение каждого бита в регистре байта состояния описано в разделе 6.5.10.9). Бит 6 байта состояния устанавливается только в случае, если с устройства 1560 поступил запрос на обслуживание. После прочтения байта состояния устройство 1560 удаляет сообщение SRQ.

При помощи последовательного опроса контроллер IEEE-488 может в любое время прочитать байт состояния на устройстве 1560. Бит 6 байта состояния устанавливается только в случае, если с устройства 1560 поступил запрос на обслуживание, в противном случае устанавливается значение 0.

Поллинг регистра байта состояния можно выполнить при помощи команды «*STB?» (раздел 6.5.10.9).

14.4.6 Сброс устройства

Интерфейс 3560 GPIB реагирует как на команды DCL, так и на команды SDC IEEE-488, служащие для запуска сброса. После ввода команд происходит очистка входного и выходного буферов.

14.4.7 Команды для настройки устройства

Команды SYST:MODn:DEVn:READ? и SYST: MODn:DEVn:WRIT (см. разделы 6.5.8.19 и 6.5.8.20) можно использовать для считывания или установки параметров настройки устройства связи 3560 GPIB. Номер устройства связи GPIB — 1. Номером модуля 3560 является его положение в устройстве. Например, если прибор 1560 имеет четыре дополнительных модуля, где модуль 3560 является последним, номер модуля для 3560 — 4. В таблице 31 представлены команды устройства, используемые для считывания или установки параметров настройки устройства связи GPIB.

Таблица 28. Команды для устройства связи GPIB

Команда устройства	Параметр	Описание
LFEE	OFF или ON	перевод строки
FFEE	ДА	перевод страницы

Ниже приведены примеры использования команд для установки параметров устройства. Для этих примеров предполагается, что модуль связи 3560 занимает четвертое место в устройстве. Эти команды можно отправлять через любой интерфейс передачи данных, в том числе через интерфейсы IEEE-488 и RS-232.

SYST:MOD4:DEV4:WRIT «LFEE», OFF *Отключение перевода строки.*

SYST:MOD4:DEV4:READ? «LFEE» *Считывание настроек перевода строки.*

SYST:MOD4:DEV4:WRIT «FFEE», YES *Отправка указания о переводе страницы.*

14.5 Последовательное устройство связи

При использовании расширенного модуля связи 3560 в системе устройства 1560 появляется дополнительный последовательный интерфейс связи RS-232. Подключение к порту RS-232 задней панели может быть более удобным, чем подключение к порту RS-232, находящемуся на нижней стороне.

14.5.1 Связь

Порт RS-232 расположен на задней стороне модуля 3560. Разводка интерфейсного кабеля должна соответствовать рис. 11 в разделе 6.2. В целях предотвращения излучения следует использовать экранированный кабель. Протокол передачи данных RS-232— 8 бит данных, 1 стоп-бит, без контроля четности.

14.5.2 Настройка устройства

Последовательное устройство связи 3560 должно быть настроено для работы с той же скоростью передачи данных, что и оборудование, с которым устанавливается связь. Скорость передачи данных выбирается с помощью функции настройки устройства **SET UP DEVICE** в меню экранной кнопки **MODULE** (см. раздел 5.4.2). Выберите устройство SERC. Отобразится окно с изображением параметров настройки устройства:

SET UP DEVICE: SERC

BAUD RATE: 2400 ◀▶

DUPLEX: HALF

LINEFEED: OFF

На последовательном устройстве связи 3560 в список параметров входят скорость передачи данных, дуплексный режим и перевод строки. При помощи кнопок **◆◆** при необходимости измените скорость передачи данных и нажмите **ENTER**. При настройке скорости передачи данных устройства связи также происходит настройка скорости последовательного устройства печати.

Параметр DUPLEX служит для выбора дуплексного режима или режима эхо-сигнала при работе с RS-232. В полнодуплексном режиме отражение сигнала включено, что означает, что полученные символы поступают обратно на компьютер. Это обеспечивает удобство использования программного обеспечения имитатора терминала. В полудуплексном режиме отражение сигнала отключено. Как правило, именно этот режим используется при работе с программами управления на компьютере. Дуплексный режим можно выбрать с помощью кнопок **◆◆** и нажатия клавиши **ENTER**.

Параметр LINEFEED определяет, присоединяется ли символ перевода строки (ASCII 0A в шестнадцатеричной системе или число 10 в десятичной системе) к символу возврата каретки (ASCII 0D в шестнадцатеричной системе или число 13 в десятичной системе) в конце каждой строки при передаче. При помощи кнопок **◆◆** измените параметры и нажмите **ENTER**.

14.5.3 Команды

В разделе 5 приведено описание команд, используемых для осуществления удаленной связи. С помощью этих команд можно управлять практически всеми функциями прибора 1560. Например, команду ROUT:CLOS (@1) можно использовать для выбора входного канала 1 для измерений. Команду INIT:CONT ON можно использовать для запуска непрерывного измерения. Команда FETC? (@1) используется для считывания результатов измерений с входного канала 1.

14.5.4 Команды для настройки устройства

Команды SYST:MODn:DEVn:READ? и SYST: MODn:DEVn:WRIT (см. разделы 6.5.8.19 и 6.5.8.20) можно использовать для считывания или установки параметров настройки последовательного устройства связи 3560. Номер последовательного устройства связи — 2. Номером модуля 3560 является его положение в устройстве. Например, если прибор 1560 имеет четыре дополнительных модуля, где модуль 3560 является последним, номер модуля для 3560 — 4. В таблице 32 представлены команды устройства, используемые для считывания или установки параметров настройки последовательного устройства связи.

Таблица 29. Команды для последовательного устройства связи

Команда устройства	Параметр	Описание
BAUD	1200, 2400, 9600, 14400 или 19200	скорость передачи данных
DUPL	HALF или FULL	дуплексный режим
LFEE	OFF или ON	перевод строки

Ниже приведены примеры использования команд для установки параметров настройки устройства. Для этих примеров предполагается, что модуль связи 3560 занимает четвертое место в устройстве. Эти команды можно отправлять через любой интерфейс передачи данных, в том числе через интерфейсы IEEE-488 и RS-232.

SYST:MOD4:DEV2:WRIT «BAUD», 9600 Установить для скорости передачи данных значение 9600.

SYST:MOD4:DEV2:WRIT «DUPL», HALF Установить для дуплексного режима значение «Half».

дуплексный режим (режим эхо-сигнала отключен).

SYST:MOD4:DEV2:READ? «DUPL» Считывание дуплексного режима.

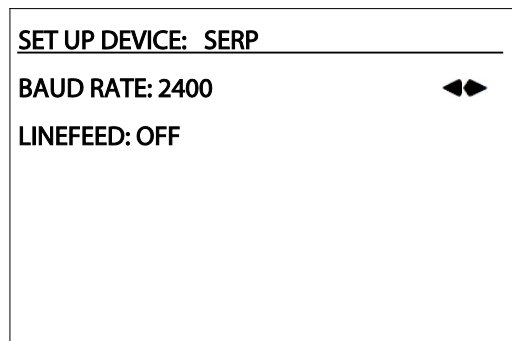
SYST:MOD4:DEV2:WRIT «LFEE», OFF Отключение перевода строки.

14.6 Последовательное устройство печати

Порт RS-232 устройства 3560 может использоваться как в качестве интерфейса связи, так и в качестве интерфейса печати. В этом разделе описываются принципы функционирования последовательного устройства печати модели 3560. Последовательное устройство печати предназначено для печати данных на принтере или их отправки на терминал, оснащенный последовательным интерфейсом RS-232. Сведения о подключении интерфейса RS-232 см. в разделе 14.5.1 выше.

14.6.1 Настройка устройства





В число параметров настройки последовательного устройства печати 3560 входят скорость передачи данных и перевод строки. Скорость передачи данных должна соответствовать скорости принтера или терминала. Параметры настраиваются с помощью функции настройки устройства **SET UP DEVICE** в меню экранной кнопки **MODULE** (см. раздел 5.4.2). Выберите устройство SERP. Отобразится окно с изображением параметров настройки устройства:





При помощи кнопок ◀▶ при необходимости измените скорость передачи данных и нажмите **ENTER**. При настройке скорости передачи данных устройства печати также происходит настройка скорости последовательного устройства связи.

Параметр LINEFEED определяет, присоединяется ли символ перевода строки (ASCII 0A в шестнадцатеричной системе или число 10 в десятичной системе) к символу возврата каретки (ASCII 0D в шестнадцатеричной системе или число 13 в десятичной системе) в конце каждой строки при передаче. При помощи кнопок ◀▶ измените параметры и нажмите **ENTER**.

14.6.2 Печать результатов измерений

Устройство 1560 можно запрограммировать для печати результатов измерений в реальном времени. Печать результатов измерения запускается с помощью функции **PRINT OUTPUT** в меню экранной кнопки **OUTPUT** (см. раздел 5.3.3). Отобразится окно со списком устройств печати. Выберите устройство SERP при помощи кнопок  . Измените значение параметра на ON (ВКЛ) с помощью кнопок  . Устройство 1560 немедленно начнет отправку новых результатов измерений в печать на принтер или терминал, подключенный к порту RS-232 модуля связи.

Устройство 1560 также может выполнить печать ранее полученных результатов измерений. Это осуществляется с помощью функции **PRINT MEMORY** в меню экранной клавиши **OUTPUT** (см. раздел 5.3.4). Отобразится окно со списком устройств печати. При помощи кнопок   выберите последовательное устройство печати (устройство SERP) и нажмите **ENTER**. С помощью цифровых кнопок введите количество результатов измерений, подлежащих печати, и нажмите клавишу **ENTER**. Нажмите еще раз кнопку **ENTER** для подтверждения. Если это возможно, указанное вами количество результатов измерений будет извлечено из памяти и отправлено в печать на принтер или терминал, подключенный к порту RS-232 модуля связи.

14.6.3 Команды для настройки устройства

Команды SYST:MODn:DEVn:READ? и SYST: MODn:DEVn:WRIT (см. разделы 6.5.8.19 и 6.5.8.20) можно использовать для считывания или установки параметров настройки последовательного устройства печати 3560, как показано выше в разделе 14.5.4.

Номер последовательного устройства печати — 3. В таблице 33 представлены команды устройства, используемые для считывания или установки параметров настройки последовательного устройства печати.

Таблица 30. Команды последовательного печатающего устройства

Команда устройства	Параметр	Описание
BAUD	1200, 2400, 9600, 14400 или 19200	скорость передачи данных
LFEE	OFF или ON	перевод строки

14.7 Печатающее устройство параллельного действия

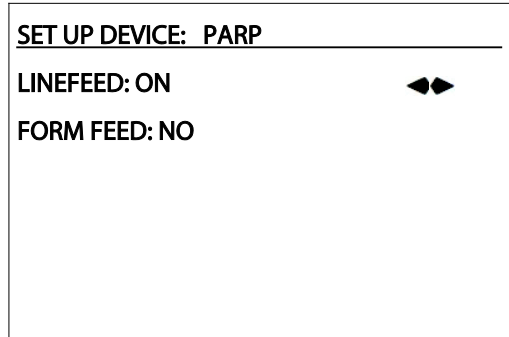
Параллельный порт Centronics модуля 3560 можно использовать для подключения 1560 к стандартному принтеру. Принтер можно использовать для печати результатов измерений.

14.7.1 Подключение

Параллельный порт принтера расположен сзади модуля 3560. Используйте стандартный кабель параллельного принтера Centronics для подключения модуля к принтеру. Во избежание электромагнитных излучений (EM) следует использовать экранированный кабель.

14.7.2 Настройка устройства

Параметры настройки для печатающего устройства параллельного действия 3560 включают перевод строки и перевод страницы. Параметры устанавливаются с помощью функции настройки устройства **SET UP DEVICE** в меню программной клавиши **MODULE** (МОДУЛЬ) (см. раздел 5.4.2). Выберите устройство PARP. Отобразится окно с параметрами настройки для последовательного печатающего устройства.



```
SET UP DEVICE: PARP
-----
LINEFEED: ON      ◀▶
FORM FEED: NO
```

Параметр LINEFEED (ПЕРЕВОД СТРОКИ) определяет, установлен ли символ (ASCII 0A в шестнадцатеричной системе или число 10 в десятичной системе) перевода строки в конце каждой строки передачи в дополнение к символу возврата каретки (ASCII 0D в шестнадцатеричной системе или число 13 в десятичной системе). При помощи кнопок ◀▶ измените параметр, а затем нажмите **ENTER**.

Параметр FORM FEED (ПЕРЕВОД СТРАНИЦЫ) может использоваться для извлечения частично напечатанную страницу. При помощи кнопок ◀▶ установите для параметра значение YES (ДА), а затем нажмите **ENTER**.

14.7.3 Печать результатов измерений

Устройство 1560 можно запрограммировать для печати результатов измерений в реальном времени. Печать результатов измерений включается с помощью функции настройки устройства **SET UP DEVICE** в меню программной клавиши **MODULE** (МОДУЛЬ) (см. раздел 5.3.3). Отобразится окно со списком печатающих устройств. Перейдите к устройству PARP с помощью кнопок ▲▼. Установите для параметра значение ON (ВКЛ.) с помощью кнопок ◀▶. Устройство 1560 немедленно начнет печать всех новых результатов измерений на принтере или другом устройстве, который подключен к параллельному порту принтера модуля связи.

1560 также может выполнить печать ранее полученных результатов измерений. Включить выполнение печати можно с помощью функции **PRINT MEMORY** (ПЕЧАТЬ СОХРАНЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ) в меню программной клавиши **OUTPUT** (ВЫХОД) (см. раздел 5.3.4). Отобразится окно со списком печатающих устройств. Выберите печатающее устройства параллельного действия, выполнив переход к устройству PARP с помощью кнопок ▲▼, а затем нажав **ENTER**. Укажите количество измерений для печати с помощью кнопок с цифрами, а затем нажмите **ENTER**. Нажмите еще раз кнопку **ENTER** для подтверждения. Указанное количество измерений (при наличии) будет получено из памяти и напечатано на

принтере или другом устройстве, подключенном к параллельному порту принтера модуля связи.

14.7.4 Команды для настройки устройства

Команды SYST:MODn:DEVn:READ? и SYST: MODn:DEVn:WRIT (см. разделы 6.5.8.19 и 6.5.8.20) можно использовать для считывания или установки параметров для печатающего устройства параллельного действия 3560. Номер печатающего устройства параллельного действия 3560 — 4. Номером модуля 3560 является его положение в устройстве. Например, если прибор 1560 имеет четыре дополнительных модуля, где модуль 3560 является последним, номер модуля для 3560 — 4. В таблице 34 представлены команды устройства, используемые для считывания или установки параметров настройки печатающего устройства параллельного действия.

Таблица 31. Команды печатающего устройства параллельного действия

Команда устройства	Параметр	Описание
LFEE	OFF или ON	перевод строки
FFEE	ДА	перевод страницы

Ниже приведены примеры использования команд для установки параметров устройства. Для этих примеров предполагается, что модуль связи 3560 занимает четвертое место в устройстве. Эти команды можно отправлять через любой интерфейс передачи данных, в том числе через интерфейсы IEEE-488 и RS-232.

SYST:MOD4:DEV4:WRIT "LFEE",OFF (ВЫКЛ.) Отключение перевода строки.

SYST:MOD4:DEV4:READ? "LFEE" Считывание показаний перевода строки.

SYST:MOD4:DEV4:WRIT "FFEE",YES (ДА) Отправка инструкций перевода страницы.

14.8 Устройство вывода аналоговых сигналов

Порт вывода аналоговых сигналов 3560 может использоваться для подключения 1560 к ленточному самописцу, термоконтроллеру или другим устройствам, которые получают сигнал температуры, выраженный в вольтах. Через порт вывода аналоговых сигналов проходит напряжение, которое зависит от измеренной температуры. Напряжение может быть значением измерения любого из каналов или разницей при измерении любых двух входных каналов. С помощью него может быть определено сопротивление, температура или ее статистическая функция. Диапазон вывода аналоговых сигналов составляет $\pm 1,25$ В. Разрешение цифро-аналогового преобразования— 12 бит или 0,0006 В. Разрешение можно откалибровать для точности свыше 2 мВ.

14.8.1 Подключение

Порт вывода аналоговых сигналов расположен сзади модуля связи 3560. На клеммах нанесена маркировка «+» и «-». Клемма «-» подключена к земле. Клемма «+» отправляет аналоговый сигнал относительно земли. Вставьте провода с 1/2" изоляции в клеммы и закрепите клеммы с помощью небольшой плоской отвертки

14.8.2 Настройка устройства

Параметры настройки для устройства вывода аналоговых сигналов 3560 включают смещение и масштаб. Параметры устанавливаются с помощью функции настройки устройства **SET UP DEVICE** в меню программной клавиши **MODULE** (МОДУЛЬ) (см. раздел 5.4.2). Выберите устройство AOUT. Отобразится окно с изображением параметров настройки устройства:



SET UP DEVICE: AOUT
CENTER: 0.0
SCALE: 100.0

Параметр CENTER (СМЕЩЕНИЕ) определяет значение измерения, которое создает 0 В. Например, если параметр CENTER (СМЕЩЕНИЕ) равняется 25, при 25 °С напряжение на выходе будет составлять 0. При помощи кнопок с цифрами установите параметр CENTER (СМЕЩЕНИЕ), а затем нажмите **ENTER**.

Параметр SCALE (МАСШТАБ) определяет диапазон измерения, который производит изменение на 1 В на выходе. Например, если параметр CENTER (СМЕЩЕНИЕ) равняется 25, а SCALE (МАСШТАБ) –100, при значении 0 °С напряжение на выходе будет составлять –0,25 В. При помощи кнопок с цифрами установите параметр SCALE (МАСШТАБ), а затем нажмите **ENTER**.

14.8.3 Выбор данных

Устройство 1560 можно запрограммировать для отправки любого типа измерений от любого канала на порт вывода аналоговых сигналов.

Отправить измерения можно с помощью функции **OUTPUT CHAN** (ВЫХОДНОЙ КАНАЛ) в меню программной клавиши **OUTPUT** (ВЫХОД) (см. раздел 5.3.2). Отобразится окно со списком выходных каналов. Выберите канал AOUT с помощью кнопок  , а затем нажмите **ENTER**. Выберите необходимый входной канал с помощью параметр +CHANNEL (КАНАЛ). Отобразится окно со списком входных каналов. Перейдите к необходимому каналу и нажмите **ENTER**. Если необходимо отобразить разницу между двумя каналами, выберите канала для –CHANNEL (КАНАЛ) таким же образом или оставьте значение 0. Затем выберите тип расчета. Можно выбрать или TEMP (температура) или INPUT (т. е. сопротивление), а также другие статистические функции температуры. Через порт вывода аналоговых сигналов немедленно начнет передаваться напряжение постоянного тока, который выражен указанным измерением. Напряжение будет смещено или измерено на основе параметров настройки CENTER (СМЕЩЕНИЕ) и SCALE (МАСШТАБ), которые описаны выше. Выходные данные будут обновляться каждый раз при завершении нового измерения на любом из выбранных входных каналов.

14.8.4 Калибровка

Устройство вывода аналоговых сигналов 3560 может быть откалибровано для улучшения точности. Для получения доступа к параметрам калибровки используйте функцию **CAL DEVICE** (КАЛИБРОВКА УСТРОЙСТВА) в меню программной клавиши **MODULE** (МОДУЛЬ) (см. раздел 5.4.3). Выберите устройство AOUT. Отобразится окно с параметрами калибровки для устройства вывода аналоговых сигналов.

```
CALIBRATE DEVICE: AOUT
-----
0V ADJ: 0.0
1V ADJ: 0.0
CAL DATE: 09-21-95
```

Параметр 0V_ADJ регулирует точности при 0 В. Например, если значение выхода равно +0,013 В, где оно должно составлять 0, параметр 0V_ADJ следует отрегулировать, добавив к нему 0,013 от его текущего значения. Ошибку при 0 В можно определить, измерив известное значение, например, сопротивление короткого замыкания, а затем установив для параметра настройки CENTER (СМЕЩЕНИЕ) это значения. Установите для параметра SCALE (МАСШТАБ) большое значение, например, 10000 (для большей точности). Значение выхода должно равняться 0 В.

Параметр 1V_ADJ регулирует точность при 1 В. Например, если значение выхода равно +0,991 В, где оно должно составлять 1 В, параметр 1V_ADJ следует отрегулировать, добавив к нему 0,009 от его текущего значения. Ошибку при 1 В можно определить, измерив сопротивление короткого замыкания и установив для параметра настройки SCALE (МАСШТАБ) большое значение, например, 10000, а для параметра CENTER (СМЕЩЕНИЕ) противоположное данному значению (–10000). Значение выхода должно равняться 1 В.

Параметр CAL DATE (ДАТА КАЛИБРОВКИ) может использоваться для записи даты калибровки.

14.8.5 Команды для настройки устройства

Команды SYST:MODn:DEVn:READ? и SYST: MODn:DEVn:WRIT (см. разделы 6.5.8.19 и 6.5.8.20) можно использовать для считывания или установки параметров для устройства вывода аналоговых сигналов 3560. Номер устройства вывода аналоговых сигналов 3560 — 5. Номером модуля 3560 является его положение в устройстве. Например, если прибор 1560 имеет четыре дополнительных модуля, где модуль 3560 является последним, номер модуля для 3560 — 4. В таблице 35 представлены команды устройства, используемые для считывания или установки параметров настройки устройства вывода аналоговых сигналов.

Таблица 32. Команды устройства вывода аналоговых сигналов

Команда устройства	Параметр	Описание
CNTR	числовой	0 В (смещение)
SCAL	числовой	1 В (масштаб)

Ниже приведены примеры использования команд для установки параметров устройства. Для этих примеров предполагается, что модуль связи 3560 занимает четвертое место в устройстве. Эти команды можно отправлять через любой интерфейс передачи данных, в том числе через интерфейсы IEEE-488 и RS-232.

SYST:MOD4:DEV5:WRIT "CNTR",25 Установка смещения диапазона при 25 °C.

SYST:MOD4:DEV5:READ? "CNTR" Считывание показаний смещения.

SYST:MOD4:DEV5:WRIT "SCAL",10 Установка масштаба 10 °C/V.

Глава 15

Обслуживание

- Данный калибровочный прибор разработан для обеспечения самой высокой степени защиты. Простота эксплуатации и обслуживания были одними из основных целей при проектировании прибора. Таким образом, при должном обращении данный прибор требует минимального обслуживания. Не эксплуатируйте прибор в масляных, влажных, грязных или пыльных местах.
- Если внешняя часть прибора загрязнится, ее можно очистить влажной тканью со слабым очищающим средством. Не используйте едкие химикаты, которые могут повредить краску или пластик наружного корпуса.
- При проливании опасного вещества на прибор или внутрь него, пользователь должен принять соответствующие меры для его обезвреживания согласно государственным требованиям, предъявляемым к такому материалу.
- При повреждении шнура питания, замените его шнуром соответствующей прибору мощности. При возникновении любых вопросов обращайтесь в отдел обслуживания клиентов Hart Scientific для получения более подробной информации.
- Перед применением чистящих или обезвреживающих средств, за исключением рекомендованных Hart, пользователи должны проконсультироваться с отделом обслуживания клиентов Hart Scientific, чтобы убедиться, что данные меры не повредят устройство.
- Если прибор используется способом, не соответствующим конструкции оборудования, функциональность термометра может быть нарушена или может возникнуть угроза безопасности.

Глава 16

Диагностика

В данном разделе приводятся некоторые рекомендации по разрешению трудностей, которые могут возникнуть при работе с прибором модели 1560. Ниже перечислено несколько возможных ситуаций, причины их возникновения и предлагаемые действия, которые можно предпринять для устранения.

16.1 Неверные показания температуры

При попытке измерить температуру на экране отображается неверное значение или значение вообще не отображается («. »).

Если показания прибора кажутся неверными, удостоверьтесь, верно ли измеряется сопротивление или напряжение в случае использования термопар. Настройте экран на отображение значений сопротивления или напряжения для выбранного канала с помощью меню «INPUT» (см. раздел 5.3.1.2). Если значение напряжения или сопротивления неверно, обратитесь к следующему подразделу для поиска неисправностей. Если значение напряжения и сопротивления измеряется верно, но неверно отображается значение температуры, рассмотрите следующие варианты:

- **Один или несколько коэффициентов пересчета заданы неверно.** Это распространенная причина неисправностей в показаниях. Во время ввода коэффициентов легко можно пропустить цифру или знак. Внимательно проверьте все значения, используя функцию «**EDIT PROBE**» (см. раздел 5.2.1), сравнив их со значениями в сертификате проверки датчика. Используйте функцию «**TEST CONV**», чтобы протестировать коэффициенты (см. раздел 5.2.3).
- Выбранный тип пересчета неверен. Убедитесь, что выбран подходящий тип пересчета. При использовании термопар убедитесь, что выбран верный тип термопары. Вы можете вновь использовать функцию «**TEST CONV**», чтобы протестировать расчет температурной конверсии.
- Значения при измерении превышают верхний или нижний уровень диапазона прибора. Прибор 1560 не может верно вычислять температуру, если значения сопротивления или напряжения превышают верхний или нижний уровень допустимого диапазона прибора. Измеренные значения сопротивления или напряжения могут быть слишком низкими или слишком высокими, если фактическая температура слишком высока, слишком низка или в датчике присутствует неисправность (см. ниже).

16.2 Неверные показания напряжения или сопротивления

При попытке измерить напряжение или сопротивление на экране отображается неверное значение или значение вообще не отображается (“ ”).

Для устранения неисправности рассмотрите следующие варианты:

- **Неверное или ненадежное соединение зонда.** Наиболее распространенная ошибка — подключение соединительных проводов зонда не к той клемме. Убедитесь в правильности соединения, особенно если используете четырехпроводной терморезистор (см. рисунок 13 или рисунок 15). Удостоверьтесь, что провода плотно зажаты.
- **Обрыв, замыкание или повреждение датчика или проводов.** В случае использования датчиков, управляемых сопротивлением, проверьте показания сопротивления через датчик, используя ручной цифровой мультиметр. Также проверьте показания сопротивления между общими парами проводов. Убедитесь, что нет замыкания между каким-либо проводом и корпусом зонда. Используйте качественный датчик, чтобы избежать ошибок, возникающих вследствие дрейфа, гистерезиса или утечки через изоляцию. В случае использования термопар пользуйтесь ручным цифровым мультиметром, чтобы проверить их напряжение.
- **Неверная настройка трех- или четырехпроводного щупа.** При использовании модуля сканирования 2562 или 2564 убедитесь, что выбран верный тип соединения (внимательно ознакомьтесь с разделом 9.3.1 или 11.3.1). При выборе трехпроводного входа при использовании четырехпроводного щупа могут возникнуть неточности от 0,01 до 0,1 Ω. При выборе четырехпроводного входа во время использования трехпроводных щупов появятся ошибочные или превышающие верхний или нижний уровень диапазона прибора показания.
- **Электрические помехи.** Интенсивное радиочастотное излучение вблизи от прибора модели 1560 или щупов может создавать помехи в измерительных контурах, что приводит к нестабильности получаемых значений. Прибор модели 1560 предназначен для использования в лаборатории, где уровень радиочастотного шума ограничен. Если помехи создают проблемы, можно попытаться исключить источник помех или перенести прибор модели 1560 в другое место. Для выводов щупа должен использоваться хорошо заземленный, экранированный кабель.
- **Ошибки из-за недостаточного погружения датчика.** Проблема может состоять в том, что фактическая температура датчика не равна ожидаемой. Это часто результат недостаточного погружения датчика в измеряемый материал, когда тепло циркулирует через капилляр щупа и окружающая среда воздействует на температуру щупа. Важно, чтобы погружение щупов в измеряемую среду производилось на необходимую глубину. Измерение температуры с использованием поверхностного датчика может быть особенно затруднено, так как датчик напрямую открыт окружающей среде.

16.3 Трудности установления связи

При возникновении трудностей установления связи между прибором модели 1560 и удаленным компьютером, использующим и основной порт RS-232, и порт RS-232 модуля 3560 или порт IEEE-488 модуля 3560, выполните следующие действия.

Вначале протестируйте связь с портом RS-232, используя основной последовательный порт. Соедините последовательный кабель с компьютером, использующим такое программное обеспечение, как Windows ® 3.1 Terminal or Windows ® 95 HyperTerminal. Убедитесь, что скорость передачи данных у прибора модели 1560 и компьютера одинакова. Используйте восьмибитные пакеты данных, один стоп-бит без бита четности. Тестовая передача данных с прибора модели 1560 путем запуска функции «PRINT OUTPUT» с устройства SER0. На экране компьютера должны появиться результаты измерений. Тестовый прием отправки команды, такой как «UNIT:TEMP F» или «UNIT:TEMP C», на прибор модели 1560. На экране прибора должно наблюдаться изменение единиц измерения. Убедитесь в использовании символа пробела для отделения заголовка от параметра в этой и других командах.

Повторите такое же тестирование с портом RS-232 на модуле 3560. Проверьте передачу результатов измерений и прием команд.

Наладка связи с портом IEEE-488 может вызвать затруднения, так как он устроен более сложно. Модуль 3560 содержит режим диагностики, который может помочь при поиске неисправностей связи. Подача команды «*DIA» в порт RS-232 модуля 3560 запускает режим диагностики. Диагностическую информацию можно распечатать с помощью порта RS-232 модуля 3560 и вывести на экран компьютера. Можно проследить, как команды принимаются в порте IEEE-488, и отследить значение регистра разряда события IEEE-488 (см. раздел 6.5.10.9). Если порт IEEE-488 не принимает данные, убедитесь, что адреса GPIB верны (см. раздел 14.4.3). Также проверьте кабель. Если команда принята, но компьютер в ответ на команду не получает данных с прибора модели 1560, убедитесь, что символ завершения передачи набран правильно (также см. раздел 14.4.3). Настройте ПО, если оно не подразумевает передачу сигнала EOI .

16.4 На экране нет изображения

При запуске прибора модели 1560 экран включается, но на экране нет изображения. Эта проблема может быть вызвана неверной настройкой контрастности дисплея. После включения питания прибора модели 1560 подождите по меньшей мере одну минуту. Это время необходимо для самотестирования и запуска последовательности включения. Затем попробуйте настроить контрастность дисплея, используя клавиши управления контрастом.

16.5 Сообщение об ошибках при включении.

На экране прибора модели 1560 появляется сообщение об ошибке во время самотестирования при включении.

При включении на приборе модели 1560 проходит серия самотестирований для проверки функционирования всех его комплектующих и каждого из модулей. Результаты самотестирования отображаются на экране. При нормальной работе все результаты тестов представлены символом «ОК». При неисправности одного или нескольких компонентов появляется сообщение об ошибках. Ошибка шины, ошибка

модуля, неисправность при распознавании модуля или ошибка «BATTERY BACKED RAM» (запоминающее устройство с резервированием от батареи) часто вызвана неверным подключением модуля, в результате чего основной блок управления не сможет установить связь с этим модулем и подключенными к нему устройствами. Попробуйте повторно подключить модуль, когда убедитесь, что разъемы шины полностью входят в гнездо. Если эти действия не разрешат проблему, она может быть вызвана повреждением модуля или неисправностью компонента внутри модуля, например, плавкого предохранителя. Этот и другие виды неисправностей компонентов может устранить только квалифицированный техник предприятия, который заменит неисправный компонент. Для поддержки свяжитесь с Авторизованным сервисным центром компании «Hart Scientific» (см. Раздел 1.3).

16.6 Комментарии CE

16.6.1 Директива по электромагнитной совместимости

Оборудование компании «Hart Scientific» протестировано на предмет соответствия Директиве по электромагнитной совместимости (Директива EMC, 2004/108/EC). Все стандарты, на соответствие которым был протестирован ваш прибор, указаны в декларации о соответствии.

Данный прибор был разработан исключительно для поверки и измерения температуры. Соответствует директиве EMC и удовлетворяет основным требованиям EMC (EN 61326-1:2006 «Электрооборудование для измерения, управления и лабораторного использования» — требований EMC).

Как указано в EN 61326-1, прибор может иметь различную конфигурацию. Данный прибор был протестирован с использованием типичной конфигурации и экранированными кабелями RS-232.

16.6.1.1 Тестирование на помехоустойчивость

Данный прибор был протестирован на соответствие требованиям промышленного применения. Прибор может использоваться во всех типах помещений — от лаборатории до заводского цеха. Для замеров РЧ-излучения (IEC 61000-4-3) использовались критерии А, В, С, в зависимости от конфигурации модуля. Для замеров наведенных радиочастот (IEC 61000-4-6) использовались критерии А или В, в зависимости от конфигурации модуля. Таким образом, на работу прибора могут повлиять повышенные электромагнитные помехи, и прибор не сможет работать в пределах своих технических характеристик, как при нормальных условиях.

Для замеров электростатического заряда (ESD, IEC 61000-4-2) использовались критерии А или С, в зависимости от конфигурации модуля. Для замеров быстродействия электрической линии передачи (EFT, Импульс, IEC 61000-4-4) использовались критерии А или В, в зависимости от конфигурации модуля. Если прибор подвергался воздействию электростатического разряда на промышленных уровнях, пользователь может выключить прибор, а затем вновь включить, чтобы вернуть его в нормальный рабочий режим.

16.6.1.2 Испытание на излучение

Прибор соответствует предельным требованиям на оборудование класса А, но не соответствует предельным требованиям на оборудование класса В. Прибор не предназначен для работы в жилых помещениях.

16.6.2 Директива по низковольтным устройствам (Безопасность)

С целью соответствия европейскому стандарту «Директива о низковольтном оборудовании» (73/23/ЕЕС), оборудование, изготовленное компанией «Hart Scientific», разработано таким образом, чтобы соответствовать стандартам IEC 1010-1 (EN61010-1) и IEC 1010-2-010 (EN 61010-2-010).

