Мировой лидер в технологии изготовления струнных датчиков







**Термистор и гирлянды термисторов**

**Модели 3800/3810**



***Руководство по установке***

**Гарантийные обязательства**

Компания Geokon, Inc. гарантирует отсутствие на своей продукции дефектов материалов и недостатков качества изготовления при нормальной эксплуатации в течение срока службы 13 месяцев со дня приобретения. При обнаружении неисправности компонента его необходимо отправить на завод для проверки с условием предоплаты транспортировки. После выполнения проверки проведенной Geokon, и в случае обнаружения дефекта, будут бесплатно выполнены ремонт или замена. При этом действие гарантии будет отменено в случае обнаружения следов неумелого обращения или повреждений в результате чрезмерного воздействия коррозии, тока, нагрева, сырости или вибраций, а также ввиду несоблюдения технических требований, ненадлежащего применения, ненадлежащего использования или несоблюдения прочих условий работы, установленных Geokon. На компоненты со следами износа или повреждений, образовавшихся в результате ненадлежащего использования гарантия не действует, также как на предохранители и аккумуляторные батареи.

Geokon производит приборы для измерений, ненадлежащее использование которых представляет потенциальную опасность. Приборы для измерений предназначены для установки и использования только квалифицированными работниками. Прочие гарантийные обязательства, отличные от заявленных в данном документе не являются действительными. Прочие гарантийные обязательства, такие как прямо оговоренная либо связанная гарантия, включая но не ограничиваясь связанной гарантией на товарное состояние и пригодность для определенного вида применения, также не являются действительными. Geokon, Inc. не несет ответственности за повреждения или материальный ущерб нанесенные другому оборудованию, прямым или косвенным образом или случайно, а также ввиду отдельных действий или последствий, в случаях, возможного проявления указанных признаков в результате установки или использования изделия покупателем. Средства правовой защиты продавца при предъявлении каких-либо претензий к данному соглашению с Geokon, Inc. или в случае предъявления каких-либо претензий к каким-либогарантийным обязательствам, предоставляемым Geokon, Inc., не должны рассматривать заявляемые убытки, в размере превышающем цену покупки, оплаченной покупателем на счет компании Geokon, Inc. за компоненты или оборудование, непосредственно связанные с подобными претензиями. Geokon ни при каких обстоятельствах не будет компенсировать заявителю убытки, возникшие при установке и/или демонтаже оборудования.

Подготовка руководств и/или программного обеспечения были выполнены Geokon, Inc. с особой тщательностью; при этом компания Geokon, Inc. не несет ответственность за какие-либо возможные упущения или ошибки, которые могли бы проявиться при этом, а также не несет ответственность за какой-либо ущерб или убытки, возникшие ввиду использования изделий в соответствии с информацией, содержащейся в руководстве или программном обеспечении.

**Оглавление**

[1. Введение 4](#_Toc423637210)

[2. Установка 4](#_Toc423637211)

[3. Считывание показаний 4](#_Toc423637212)

[4. Подсоединение регистрирующего устройства. 4](#_Toc423637213)

[Рисунок А-1: Электрическая схема термисторного моста. 5](#_Toc423637214)

[Таблицы Б-1. Сопротивление стандартного термистора в зависимости от температуры 7](#_Toc423637215)

[Таблица Б-2. Сопротивление высокотемпературного термистора в зависимости от температуры 8](#_Toc423637216)

1. Введение

Термисторы представляют собой полупроводниковые устройства, которые ведут себя как терморезисторы, то есть резисторы с высоким (как правило отрицательным) коэффициентом сопротивления. Бусинки термисторов изготавливаются из смеси окисей металлов, упакованных в эпоксидную смолу или стекло. Бусинки имеют небольшой размер, высокую прочность и стабильность при длительном сроке службы. Ввиду очень высокого сопротивления термисторов влиянием сопротивления кабеля практически можно пренебречь. Однако, для обеспечения высокой точности при работе сопротивление кабеля можно принять во внимание. Точность гирлянд термисторов, используемых в нашем случае, составляет +/- 0,5о С (Модель 3800-1-1-1) или +/- 0,2оС (Модель 3800-1-2-1). Стандартный рабочий диапазон температуры: от -50 до 150оС. Имеются высокотемпературные исполнения с диапазоном температуры от -30 до +230оС.

# 2. Установка

В изделиях моделей 3800-1-1 и 3800-1-2 термистор установлен внутри корпуса, которые сплавлен с наконечником кабеля, при этом изделие готово к подсоединению к сооружению или заглублению в грунт или в бетон. Герметизированный корпус изготовлен из ПВХ для низкотемпературных моделей или из нержавеющей стали для высокотемпературных моделей. Гирлянды термисторов модели 3810 изготавливаются посредством удаления внешней оболочки многопарного жильного кабеля на участке небольшой длины на заранее определенную глубину; с последующим сращиванием модели 3800-1-1-1 с одной из пар проводников и герметизацией места сращивания. Перед установкой снимите и запишите показания всех термисторов для проверки их работоспособности и фиксации показаний окружающей температуры. Еще раз снимите и запишите показания, как только гирлянда термисторов будет развернута в рабочее положение, а затем еще раз после определенного промежутка времени в целях стабилизации температуры и надежного обеспечения линии начала отсчета показаний температуры.

# 3. Считывание показаний

Показания с термисторов можно снять с помощью измерительных блоков GK 403 или GK 404, которые отображают показания температуры непосредственно в градусах Цельсия. Как вариант для стандартных термисторов, работающих в диапазоне от -50 до +150оС, можно использовать цифровой омметр совместно с Таблицей Б1, приведенной на следующей странице. Снятие показаний с термисторов, рассчитанных на высокие температуры, можно осуществить аналогичным образом, пользуясь Таблицей Б2.

Следует отметить, что при использовании длинного кабеля, может потребоваться поправка на сопротивление кабеля. Стандартным кабелем является кабель 22 AWG с сопротивлением 16 Ом на 1000 футов (305 м) длины. При расчете влияния кабеля следует учитывать общую длину соединительных проводников (то есть, удвоить значение длины).

# 4. Подсоединение регистрирующего устройства.

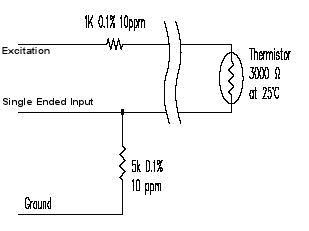
Для подключения гирлянды термисторов модели 3810 к регистрирующему устройству (модель 8021/8025) потребуется мультиплексор (модели 8032). Подсоединение гирлянды термисторов с общим проводом ограничивает возможность непосредственного подсоединения гирлянды к регистрирующему устройству. Для каждого канала мультиплексора потребуется перемычка, чтобы разделить общий провод между всеми термисторами в гирлянде.

**-CR1000/CR800 Проводка для модели 8032 при считывании показаний гирлянды термисторов в 32 канальном режиме.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **CR1000/CR800 регистрирующее устройство** | **8032 мультиплексор** | **Назначение** |
| 12 В | 12В | Выход 12 В постоянного тока |
| G | G | Заземление для силовых линий |
| C# | RES | Порт управление № /Сброс |
| C# | CLK | Цифровой порт Вх/Вых № / тактовый генератор |
| AG | AG | Аналоговое заземление |
| \*SE# | 1H | Односторонний вход канала № для термистора |
| \*VX# | 1L | Возбуждение VX# |

**\* ПРИМЕЧАНИЕ:**

**Снятие показаний с термисторов выполняется посредством одностороннего канала, а возбуждение -- посредством одного из каналов возбуждения регистрирующих устройств через схему дополняющего резистора.**



# Рисунок А-1: Электрическая схема термисторного моста.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ppm = | Частей на миллион | Excitation = | Возбуждение |
| Thermistor 3000 Ω at 25oC = | Термистор 3000 Ом при 25оС | Single ended input = | Односторонний (заземленный ) вход |
| Ground = | Заземление |  |  |

**ПРИМЕЧАНИЕ: Микропереключатели для мультиплексора 8032 должны быть установлены в 32-канальный режим. Каждый отдельный термистор подсоединен обычной перемычкой как показано ниже.**

**Электрическая схема мультиплексора:**

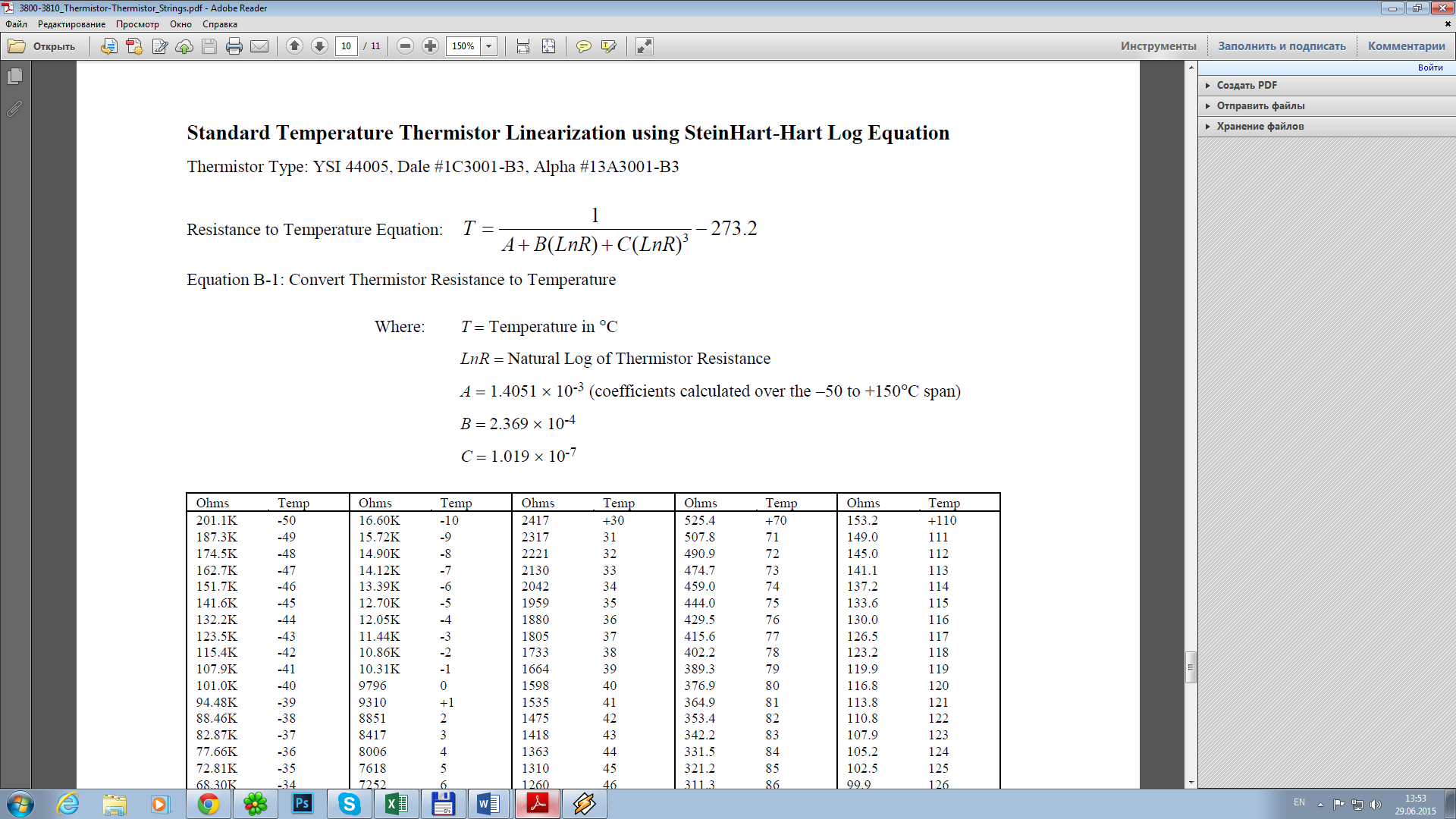
|  |  |
| --- | --- |
| **Мультиплексора 8032** | **Модель 3800/3810** |
| IH | Термисторное измерительное устройство 1 |
| 1L | Общий провод термистора \* |
| 2H | Термисторное измерительное устройство 2 |
| 2L | Общий провод термистора \* |
| S | Экран |
| 3H | Термисторное измерительное устройство 3 |
| 3L | Общий провод термистора \* |

**ПРИМЕЧАНИЕ: \* Требуется перемычка**

**Линеаризация показаний температуры стандартного термистора с помощью уравнения Штайнхарта и Харта**

Тип термистора: YSI 44005, Dale #1C3001-B3, Alpha #13A3001-B3

Уравнение зависимости сопротивления от температуры:



Уравнение Б-1: Преобразование сопротивления термистора в температуру

где: *T* = Температура в оC

*LnR*  = натуральному логарифму сопротивления термистора

*A* = 1,4051 х 10-3 (коэффициент, вычисленный в диапазоне от -50 до +150 оC )

*B* = 2,369 х 10-4

*C* = 1,019 х 10-7

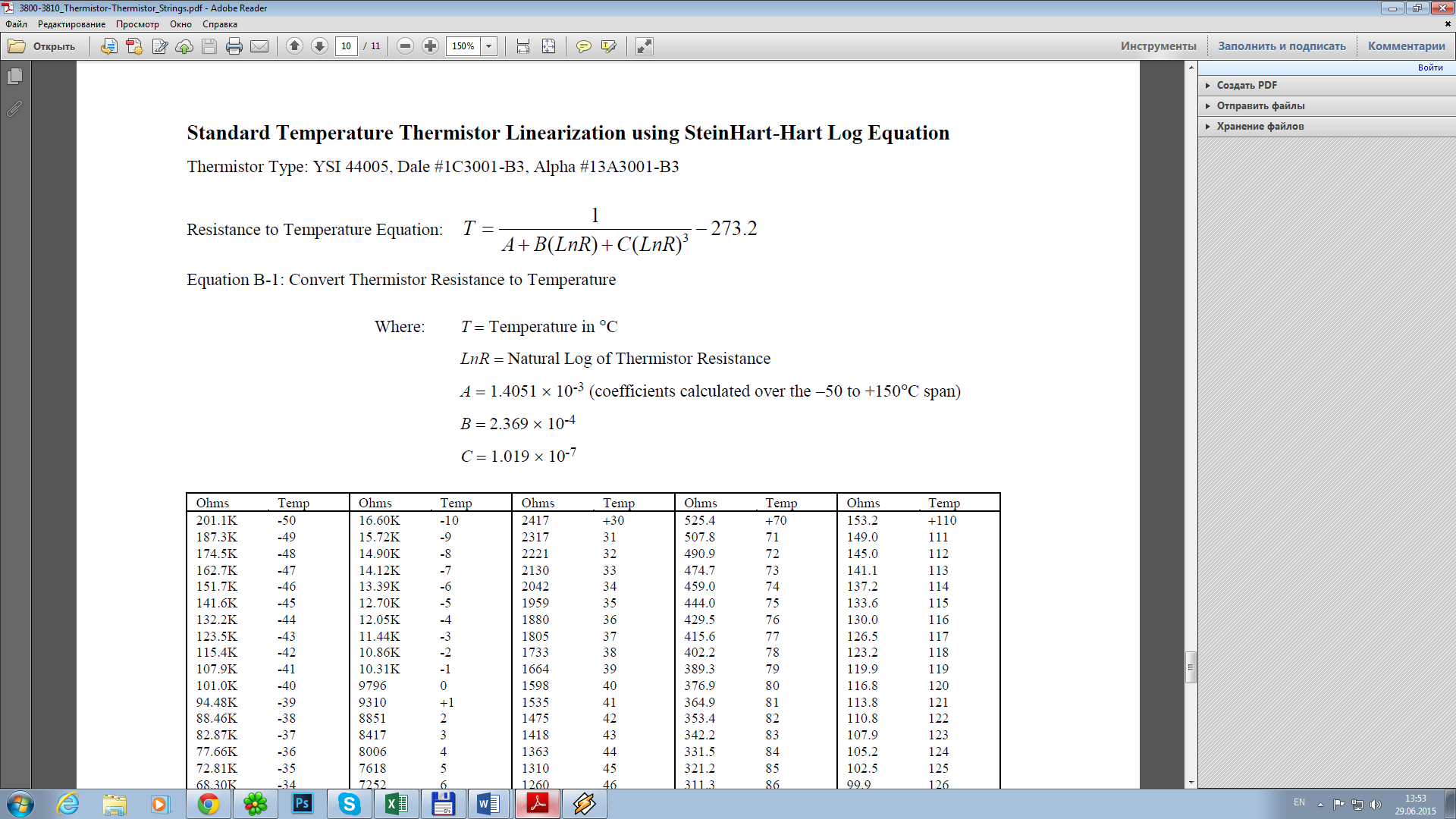
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Oм темп. | Oм | темп. | Oм | темп. |
| 201,1K -50  187,3K -49  174,5K -48  162,7K -47  151,7K -46  141,6K -45  132,2K -44  123,5K -43  115,4K -42  107,9K -41  101,0K -40  94,48K -39  88,46K -38  82,87K -37  77,66K -36  72,81K -35  68,30K -34  64,09K -33  60,17K -32  56,51K -31  53,10K -30  49,91K -29  46,94K -28  44,16K -27  41,56K -26  39,13K -25  36,86K -24  34,73K -23  32,74K -22  30,87K -21  29,13K -20  27,49K -19  25,95K -18  24,51K -17  23,16K -16  21,89K -15  20,70K -14  19,58K -13  18,52K -12  17,53K -11 | 16,60K -10  15,72K -9  14,90K -8  14,12K -7  13,39K -6  12,70K -5  12,05K -4  11,44K -3  10,86K -2  10,31K -1  9796 0  9310 1  8851 2  8417 3  8006 4  7618 5  7252 6  6905 7  6576 8  6265 9  5971 10  5692 11  5427 12  5177 13  4939 14  4714 15  4500 16  4297 17  4105 18  3922 19  3748 20  3583 21  3426 22  3277 23  3135 24  **3000 25**  2872 26  2750 27  2633 28  2523 29 | 2417 30  2317 31  2221 32  2130 33  2042 34  1959 35  1880 36  1805 37  1733 38  1664 39  1598 40  1535 41  1475 42  1418 43  1363 44  1310 45  1260 46  1212 47  1167 48  1123 49  1081 50  1040 51  1002 52  965,0 53  929,6 54  895,8 55  863,3 56  832,2 57  802,3 58  773,7 59  746,3 60  719,9 61  694,7 62  670,4 63  647,1 64  624,7 65  603,3 66  582,6 67  562,8 68  543,7 69 | 525,4 70  507,8 71  490,9 72  474,7 73  459,0 74  444,0 75  429,5 76  415,6 77  402,2 78  389,3 79  376,9 80  364,9 81  353,4 82  342,2 83  331,5 84  321,2 85  311,3 86  301,7 87  292,4 88  283,5 89  274,9 90  266,6 91  258,6 92  250,9 93  243,4 94  236,2 95  229,3 96  222,6 97  216,1 98  209,8 99  203,8 100  197,9 101  192,2 102  186,8 103  181,5 104  176,4 105  171,4 106  166,7 107  162,0 108  157,6 109 | 153,2 110  149,0 111  145,0 112  141,1 113  137,2 114  133,6 115  130,0 116  126,5 117  123,2 118  119,9 119  116,8 120  113,8 121  110,8 122  107,9 123  105,2 124  102,5 125  99,9 126  97,3 127  94,9 128  92,5 129  90,2 130  87,9 131  85,7 132  83,6 133  81,6 134  79,6 135  77,6 136  75,8 137  73,9 138  72,2 139  70,4 140  68,8 141  67,1 142  65,5 143  64,0 144  62,5 145  61,1 146  59,6 147  58,3 148  56.8 149  55.6 150 |
|  | | | |

# Таблицы Б-1. Сопротивление стандартного термистора в зависимости от температуры

**Линеаризация показаний температуры высокотемпературного термистора с помощью уравнения Штайнхарта и Харта**

Тип термистора: Thermometrics BR55KA822J

Основное уравнение:



где: *T* = Temperature in оC

*LnR* = натуральный логарифм сопротивления термистора

*A =* 1,02569 х 10-3

*B* = 2,478265 х 10-4

*C* = 1,289498 х 10-7

***Примечание:*** Коэффициенты вычислены для диапазона от -30о до +260о C.

**Таблица расчета температуры и погрешности**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **темп** | **R**  **(Ом)** | **LnR** | **LnR3** | **Рассчит. Темп.** | **Дифф** | **FS**  **ошибка** | **темп** | **R**  **(Ом)** | **LnR** | **LnR3** | **Рассчит. Темп.** | **Дифф** | **FS**  **ошибка** |
| -30 | 113898 | 11,643 | 1578,342 | -30,17 | 0,17 | 0,06 | 120 | 407,62 | 6,010 | 217,118 | 120,00 | 0,00 | 0,00 |
| -25 | 86182 | 11,364 | 1467,637 | -25,14 | 0,14 | 0,05 | 125 | 360,8 | 5,888 | 204,162 | 125,00 | 0,00 | 0,00 |
| -20 | 65805 | 11,094 | 1365,581 | -20,12 | 0,12 | 0,04 | 130 | 320,21 | 5,769 | 191,998 | 130,00 | 0,00 | 0,00 |
| -15 | 50684,2 | 10,833 | 1271,425 | -15,10 | 0,10 | 0,03 | 135 | 284,95 | 5,652 | 180,584 | 135,00 | 0,00 | 0,00 |
| -10 | 39360 | 10,581 | 1184,457 | -10,08 | 0,08 | 0,03 | 140 | 254,2 | 5,538 | 169,859 | 140,01 | -0,01 | 0,00 |
| -5 | 30807,4 | 10,336 | 1104,068 | -5,07 | 0,07 | 0,02 | 145 | 227,3 | 5,426 | 159,773 | 145,02 | -0,02 | -0,01 |
| 0 | 24288,4 | 10,098 | 1029,614 | -0,05 | 0,05 | 0,02 | 150 | 203,77 | 5,317 | 150,314 | 150,03 | -0,03 | -0,01 |
| 5 | 19294,6 | 9,868 | 960,798 | 4,96 | 0,04 | 0,01 | 155 | 183,11 | 5,210 | 141,428 | 155,04 | -0,04 | -0,01 |
| 10 | 15424,2 | 9,644 | 896,871 | 9,98 | 0,02 | 0,01 | 160 | 164,9 | 5,105 | 133,068 | 160,06 | -0,06 | -0,02 |
| 15 | 12423 | 9,427 | 837,843 | 14,98 | 0,02 | 0,01 | 165 | 148,83 | 5,003 | 125,210 | 165,08 | -0,08 | -0,03 |
| 20 | 10061,4 | 9,216 | 782,875 | 19,99 | 0,01 | 0,00 | 170 | 134,64 | 4,903 | 117,837 | 170,09 | -0,09 | -0,03 |
| 25 | 8200 | 9,012 | 731,893 | 25,00 | 0,00 | 0,00 | 175 | 122,1 | 4,805 | 110,927 | 175,08 | -0,08 | -0,03 |
| 30 | 6721,54 | 8,813 | 684,514 | 30,01 | -0,01 | 0,00 | 180 | 110,95 | 4,709 | 104,426 | 180,07 | -0,07 | -0,02 |
| 35 | 5540,74 | 8,620 | 640,478 | 35,01 | -0,01 | 0,00 | 185 | 100,94 | 4,615 | 98,261 | 185,10 | -0,10 | -0,04 |
| 40 | 4592 | 8,432 | 599,519 | 40,02 | -0,02 | -0,01 | 190 | 92,086 | 4,523 | 92,512 | 190,09 | -0,09 | -0,03 |
| 45 | 3825,3 | 8,249 | 561,392 | 45,02 | -0,02 | -0,01 | 195 | 84,214 | 4,433 | 87,136 | 195,05 | -0,05 | -0,02 |
| 50 | 3202,92 | 8,072 | 525,913 | 50,01 | -0,01 | -0,01 | 200 | 77,088 | 4,345 | 82,026 | 200,05 | -0,05 | -0,02 |
| 55 | 2693,7 | 7,899 | 492,790 | 55,02 | -0,02 | -0,01 | 205 | 70,717 | 4,259 | 77,237 | 205,02 | -0,02 | -0,01 |
| 60 | 2276,32 | 7,730 | 461,946 | 60,02 | -0,02 | -0,01 | 210 | 64,985 | 4,174 | 72,729 | 210,00 | 0,00 | 0,00 |
| 65 | 1931,92 | 7,566 | 433,157 | 65,02 | -0,02 | -0,01 | 215 | 59,819 | 4,091 | 68,484 | 214,97 | 0,03 | 0,01 |
| 70 | 1646,56 | 7,406 | 406,283 | 70,02 | -0,02 | -0,01 | 220 | 55,161 | 4,010 | 64,494 | 219,93 | 0,07 | 0,02 |
| 75 | 1409,58 | 7,251 | 381,243 | 75,01 | -0,01 | 0,00 | 225 | 50,955 | 3,931 | 60,742 | 224,88 | 0,12 | 0,04 |
| 80 | 1211,14 | 7,099 | 357,808 | 80,00 | 0,00 | 0,00 | 230 | 47,142 | 3,853 | 57,207 | 229,82 | 0,18 | 0,06 |
| 85 | 1044,68 | 6,951 | 335,915 | 85,00 | 0,00 | 0,00 | 235 | 43,673 | 3,777 | 53,870 | 234,77 | 0,23 | 0,08 |
| 90 | 903,64 | 6,806 | 315,325 | 90,02 | -0,02 | -0,01 | 240 | 40,533 | 3,702 | 50,740 | 239,69 | 0,31 | 0,11 |
| 95 | 785,15 | 6,666 | 296,191 | 95,01 | -0,01 | 0,00 | 245 | 37,671 | 3,629 | 47,788 | 244,62 | 0,38 | 0,13 |
| 100 | 684,37 | 6,528 | 278,253 | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 250 | 35,055 | 3,557 | 45,001 | 249,54 | 0,46 | 0,16 |
| 105 | 598,44 | 6,394 | 261,447 | 105,00 | 0,00 | 0,00 | 255 | 32,677 | 3,487 | 42,387 | 254,44 | 0,56 | 0,19 |
| 110 | 524,96 | 6,263 | 245,705 | 110,00 | 0,00 | 0,00 | 260 | 30,496 | 3,418 | 39,917 | 259,34 | 0,66 | 0,23 |
| 115 | 461,91 | 6,135 | 230,952 | 115,00 | 0,00 | 0,00 |  |  |  |  |  |  |  |

# Таблица Б-2. Сопротивление высокотемпературного термистора в зависимости от температуры

