

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

В.А. Лапшинов
«07» августа 2025 г.



«ГСИ. Преобразователи термоэлектрические S2. Методика поверки».

МП-554-2024

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи термоэлектрические S2 (далее по тексту – преобразователи или ТП), и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице А1 приложения А.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы температуры в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 19.11.2024 № 2712, подтверждающая прослеживаемость к государственным первичным эталонам ГЭТ 34-2020 и ГЭТ 35-2021.

В настоящей методике поверки используется метод непосредственного сличения.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность проведения операций при		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Подготовка к поверке	Да	Да	8.2
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.3
Определение метрологических характеристик	Да	Да	9
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	Да	Да	10

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха – от +15 °С до +25 °С;
- относительная влажность – от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление – от 84 кПа до 106 кПа.

3.2 Средства поверки и поверяемые ТП готовят к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

3.3 Средства поверки и поверяемые ТП должны быть защищены от вибраций, тряски, ударов и других внешних воздействий, влияющих на их работу.

3.4 Операции, проводимые со средствами поверки и поверяемыми ТП, должны соответствовать указаниям, приведенным в эксплуатационной документации на них.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 Поверка ТП должна выполняться одним и более специалистами организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющими необходимую квалификацию, ознакомленными с эксплуатационной документацией и освоившими работу с техническими средствами, используемыми при поверке.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операция поверки, требующая применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимым для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от плюс 15 °С до плюс 25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ °С; Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 % до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 2 %; Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84 кПа до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ кПа	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5-Д, рег.№ 71394-18
п. 8.3 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Измеритель электрического сопротивления изоляции в диапазоне измерений сопротивления от 100 МОм и номинальным напряжением 100 В	Тераомметр MI 3210, рег.№ 57165-14
п. 9 Определение метрологических характеристик	Измерители напряжения постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам 3 разряда (или выше) по ГПС, утвержденной в соответствии с приказом Росстандарта от 28.07.2023 № 1520	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), рег. № 52489-13; Вольтметр универсальный GDM-7906, рег.№ 76322-19
	Измерители силы постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам 1-го разряда по ГПС, утвержденной в соответствии с приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), рег. № 52489-13; Мультиметр 3458А, рег. № 25900-03
	Термометры сопротивления (платиновые) эталонные, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 2 разряда по ГПС, утвержденной в соответствии с приказом Росстандарта от 19.11.2024 № 2712	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ, рег. № 65421-16

Окончание таблицы 3

1	2	3
п. 9 Определение метрологических характеристик	Преобразователи термоэлектрические эталонные, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 19.11.2024 № 2712	Преобразователь термоэлектрический эталонный ТППО, рег. № 19254-10
	Измерители электрического сопротивления, соответствующие требованиям к эталонам 3-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15, рег. № 19736-11
	Термостаты и/или криостаты температуры с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допускаемой погрешности поверяемого СИ	Термостаты переливные прецизионные ТПП-1, рег. №33744-07
	Калибраторы температуры с нестабильностью поддержания заданного значения температуры не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Калибратор КТ-3, рег.№ 50907-12; Калибратор температуры эталонный Элемер-КТ-650Н, рег. № 53005-13
	Термометр с допускаемой погрешностью измерений температуры $\pm 0,05$ °C/см	Термометр лабораторный электронный ЛТ-300, рег.№ 61806-15
	Сосуд Дьюара с льдодводяной смесью Градиент температуры в рабочем пространстве не более 0,05 °C/см	
	Пробирки стеклянные для термостатирования свободных концов термоэлектродов	
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении испытаний необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в следующих документах:

- ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
- требования безопасности, которые устанавливают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)» (Приказ от 15 декабря 2020 года № 903н);
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства испытаний;
- указания по технике безопасности, приведенные в РЭ.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- целостность корпуса;
- наличие и четкость маркировки;

- отсутствие механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид и препятствующих применению;

- отсутствие обрывов и нарушения изоляции проводов;

- прочность соединения проводов, отсутствие следов коррозии;

7.2 Результат проверки ТП положительный, если выполняются все вышеперечисленные требования. При оперативном устранении недостатков, замеченных при внешнем осмотре, поверку ТП продолжают по операциям, указанным в таблице 2.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

8.1.1 В помещении, где будет проходить поверка ТП, необходимо провести контроль условий окружающей среды – определить температуру и влажность окружающей среды, а также атмосферное давление.

8.2 Подготовка к поверке средств измерений:

8.2.1 Все ТП перед проведением поверки должны предварительно выдерживаться в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха от +15 °С до +25 °С, не менее:

- 12 ч – при разнице температур воздуха в помещении и местом, откуда вносится СИ, более 10 °С;

- 1 ч – при разнице температур воздуха в помещении и местом, откуда вносится СИ, от 1 до 10 °С;

- при разнице указанных температур менее 1 °С выдержка не требуется.

8.3 Опробование

8.3.1 Опробование проводят путем проверки электрического сопротивления изоляции преобразователей термоэлектрических.

Для проверки используется мегаомметр с номинальным напряжением 100 В.

8.3.2 Подключают один из зажимов измерителя к закороченным между собой выходным контактам измерительной вставки ТП, а другой – к краю измерительной вставки или металлической защитной арматуре.

8.3.3 Запускают процесс измерения электрического сопротивления изоляции ТП.

8.3.4 Результат проверки считается положительным, если полученные значение электрического сопротивления изоляции не менее 100 МОм.

9 Определение метрологических характеристик

Градуировочные характеристики поверяемых ТП должны соответствовать НСХ конкретного типа и класса допуска по ГОСТ Р 8.585-2001 (для типов «К», «N», «R», «S», «B»), МЭК 60584-1:2013 (для типов «А» и «С»).

При поверке ТП их ТЭДС должна быть определена не менее чем при четырех значениях температуры в пределах рабочего диапазона ТП и указанных в таблице 9.1. В обоснованных Заказчиком случаях дополнительно определяют ТЭДС ТП при значениях температуры, указанных в скобках

Таблица 9.1

Условное обозначение НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001	Диапазон измерений температуры, °С	Температура при измерениях ТЭДС, °С ⁽¹⁾
К, N	от -40 до +1200	(-40), +200, +400, +600, +800, (+1000)
A	от 0 до 1800	(+600), +1000, +1200, +1400, +1600, (+1700)
C	от 0 до +1800	(+600), +1000, +1200, +1400, +1600, (+1700)

D	от 0 до 1800	(+600), +1000, +1200, +1400, +1600, (+1700)
S, R	от 0 до +1600	+300, +600, +900, +1200
B	от 0 до +1700	(+600), +1000, +1200, +1400, +1600, (+1700)

9.1 Определение термоэлектродвижущей силы (ТЭДС) чувствительного элемента (ЧЭ) ТП с длиной погружаемой части не менее 250 мм

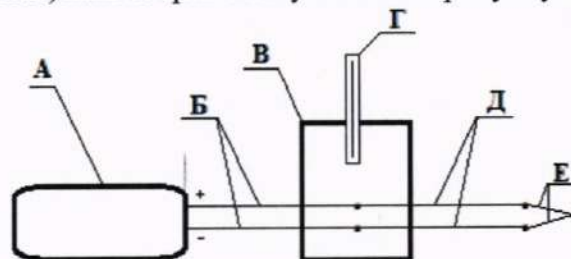
9.1.1 При поверке ТП их ТЭДС должна быть определена не менее, чем при четырех значениях температуры в пределах рабочего диапазона ТП.

9.1.2 При поверке ТП в криостате (термостате) погружают на одну глубину в криостат (термостат) поверяемый ТП вместе с эталонным термометром.

9.1.3 При поверке ТП в сухоблочных калибраторах температуры опускают эталонный термометр или эталонный преобразователь термоэлектрический на глубину до упора дна блока сравнения (в случае применения эталонного термометра) или на глубину, отстоящую от дна на 5 мм (для эталонного ТП). Поверяемый ТП опускают на полную глубину в случае использования эталонного ТП и на глубину, отстоящую от дна на 15-20 мм, в случае использования эталонного термометра. При этом не допускают перегрева соединительной головки ТП (при наличии).

9.1.4 При использовании эталонного термометра сопротивления подключают его к измерителю электрического сопротивления.

9.1.5 При использовании эталонного преобразователя термоэлектрического подключают его к измерительному прибору (измерителю напряжения постоянного тока) с автоматической компенсацией холодного спая (при необходимости, с помощью кабеля со встроенной компенсацией холодного спая) или собрав схему согласно рисунку 1:

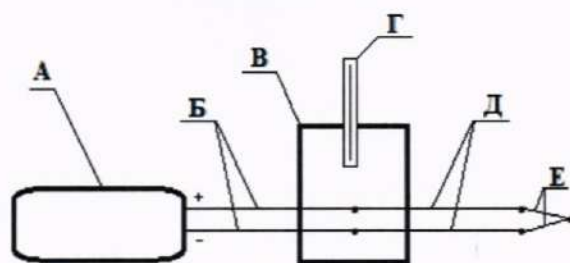


А – измерительный прибор; Б – медные провода; В – термостат; Г – контрольный термометр; Д – удлиняющие (компенсационные) провода; Е – эталонный ТП.

Рисунок 1 – Схема подключения эталонного ТП

9.1.5.1 К термоэлектродам эталонного ТП подключают удлиняющие (компенсационные) провода по ГОСТ 1790-2016, ГОСТ 1791-2014 (в соответствии с требованиями ГОСТ 8.338-2002). Тип компенсационных проводов должен соответствовать установленному типу НСХ эталонного ТП по ГОСТ Р 8.585-2001. Концы удлиняющих проводов соединяют с медными проводами, подключенных к измерительному прибору, скрутки проводов помещают в пробирки, заполненные мелкодисперсным порошком или трансформаторным маслом, а затем пробирки помещают в сосуд Дьюара, заполненный льдоводяной смесью. Температуру в сосуде Дьюара контролируют термометром с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$.

9.1.6 Поверяемый ТП подключают к измерительному прибору (измерителю напряжения постоянного тока) с автоматической компенсацией холодного спая (при необходимости, с помощью кабеля со встроенной компенсацией холодного спая) или собрав схему согласно рисунку 2:



А – измерительный прибор; Б – медные провода; В – термостат; Г – контрольный термометр;
Д – удлиняющие (компенсационные) провода; Е – поверяемый ТП.

Рисунок 2 – Схема подключения поверяемого ТП

9.1.6.1 Проводят операции по подключению поверяемого ТП в соответствии с п.п. 9.1.5.1.

9.1.7 В соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают на криостате, термостате, калибраторе или печи требуемую температурную точку.

9.1.8 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия (стабилизация показаний) между эталонным термометром сопротивления (эталонным преобразователем термоэлектрическим), поверяемым ТП и термостатирующей средой, снимают значения показаний эталона и поверяемого ТП, индицируемые на дисплее измерительного прибора.

9.1.9 Операции по п.п. 9.1.7 и 9.1.8 повторить для остальных температурных точек.

9.1.10 Подтверждение соответствия ТП метрологическим требованиям провести в соответствии с п. 10 настоящей методики.

9.2 Определение ТЭДС ЧЭ ТП с длиной погружаемой части менее 250 мм

9.2.1 Определение ТЭДС ЧЭ для ТП с длиной погружной части менее 250 мм проводится не менее, чем в четырех температурных точках, равномерно расположенных в диапазоне измерений, включая нижний и верхний предел диапазона измерений ТП, но не выше $+400\text{ }^{\circ}\text{C}$ (для ТП с длиной погружаемой части св. 160 до 250 мм включ.) или $+250\text{ }^{\circ}\text{C}$ (для ТП с длиной погружаемой части менее 160 мм включ.), методом сравнения с эталонным термометром в криостате, термостате или калибраторе температуры, при этом необходимо не допускать перегрева соединительной головки ТП (при наличии).

9.2.2 Погружают в криостат, термостат или калибратор температуры поверяемый ТП вместе с эталонным термометром.

9.2.3 Эталонный термометр сопротивления подключают к измерителю электрического сопротивления.

9.2.4 Поверяемый ТП подключают к измерительному прибору (измерителю напряжения постоянного тока) с автоматической компенсацией холодного спая (при необходимости, с помощью кабеля со встроенной компенсацией холодного спая) или собрав схему согласно рисунку 2.

9.2.5 В соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают на криостате, термостате или калибраторе требуемую температурную точку.

9.2.6 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия (стабилизация показаний) между эталонным термометром сопротивления, поверяемым ТП и термостатирующей средой, снимают значения показаний эталона и поверяемого ТП, индицируемые на дисплее измерительного прибора.

9.2.7 Операции по п.п. 9.2.5 и 9.2.6 повторяют для остальных температурных точек, находящихся в диапазоне измерений температуры.

9.2.8 Подтверждение соответствия ТП метрологическим требованиям провести в соответствии с п. 10 настоящей методики.

10 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям

10.1 При использовании эталонного преобразователя термоэлектрического рассчитывают значения отклонений ТЭДС поверяемого ТП в температурном эквиваленте (Δ , °C) для каждой точки по формуле 1:

$$\Delta = \left(\left(t_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}} + \frac{E_{\text{ТП}}^{\text{изм}} - E_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}}}{\left(\frac{\Delta E_{\text{ТП}}}{\Delta t} \right)_t} \right) + t_{\text{СКТП}} \right) - \left(\left(t_{\text{ЭТ}}^{\text{ГОСТ}} + \frac{E_{\text{ЭТ}}^{\text{изм}} - E_{\text{ЭТ}}^{\text{прот}}}{\left(\frac{\Delta E_{\text{ЭТ}}}{\Delta t} \right)_t} \right) + t_{\text{СКЭТ}} \right), \quad (1)$$

где $t_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}}$ – значение температуры, соответствующее приведенному значению $E_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}}$, °C;
 $E_{\text{ТП}}^{\text{изм}}$ – измеренное значение ТЭДС поверяемого ТП, мВ;
 $E_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}}$ – приведенное значение ТЭДС поверяемого ТП в соответствии с ГОСТ Р 8.585-2001, ближайшее к $E_{\text{ТП}}^{\text{изм}}$, мВ;
 $\left(\frac{\Delta E_{\text{ТП}}}{\Delta t} \right)_t$ – чувствительность поверяемого ТП соответствующей градуировки при измеряемой температуре на единицу температуры, мВ/°C;
 $t_{\text{СКТП}}$ – значение температуры свободных концов поверяемого ТП при температуре, измеренной контрольным термометром, °C;
 $t_{\text{ЭТ}}^{\text{ГОСТ}}$ – значение температуры, соответствующее приведенному значению $E_{\text{ЭТ}}^{\text{ГОСТ}}$, °C;
 $E_{\text{ЭТ}}^{\text{изм}}$ – измеренное значение ТЭДС эталонным ТП, мВ;
 $E_{\text{ЭТ}}^{\text{прот}}$ – приведенное значение ТЭДС эталона, взятое из протокола поверки (калибровки) на эталонный ТП, ближайшее к $E_{\text{ЭТ}}^{\text{изм}}$, мВ;
 $\left(\frac{\Delta E_{\text{ЭТ}}}{\Delta t} \right)_t$ – чувствительность эталона соответствующей градуировки при измеряемой температуре на единицу температуры, мВ/°C;
 $t_{\text{СКЭТ}}$ – значение температуры свободных концов эталона при температуре, измеренной контрольным термометром, °C.

Примечание – При использовании средств поверки с автоматическим пересчетом ТЭДС в значения температуры и (или) с автоматической компенсацией холодного спая расчет значения отклонения ТЭДС поверяемого ТП в температурном эквиваленте рассчитывается по формуле:

$$\Delta = (t_{\text{ТП}} + t_{\text{СКТП}}) - (t_{\text{ЭТ}} + t_{\text{СКЭТ}}) \quad (2)$$

где $t_{\text{ТП}}$ – значение ТЭДС в температурном эквиваленте, измеренное поверяемым ТП, °C;
 $t_{\text{СКТП}}$ – значение температуры свободных концов поверяемого ТП при температуре, измеренной контрольным термометром (для автоматической компенсации холодного спая значение параметра равно 0 °C), °C;
 $t_{\text{ЭТ}}$ – значение ТЭДС в температурном эквиваленте, измеренное эталонным ТП, °C;
 $t_{\text{СКЭТ}}$ – значение температуры свободных концов эталона при температуре, измеренной контрольным термометром (для автоматической компенсации холодного спая значение параметра равно 0 °C), °C.

10.2 При использовании эталонного термометра рассчитывают значения отклонений ТЭДС поверяемого ТП в температурном эквиваленте (Δ , °C) для каждой точки по формуле 3:

$$\Delta = \left(\left(t_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}} + \frac{E_{\text{ТП}}^{\text{изм}} - E_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}}}{\left(\frac{\Delta E_{\text{ТП}}}{\Delta t} \right)_t} \right) + t_{\text{СКТП}} \right) - t_{\text{ЭТ}}, \quad (3)$$

где $t_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}}$ – значение температуры, соответствующее приведенному значению $E_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}}$, °C;

$E_{\text{ТП}}^{\text{изм}}$ – измеренное значение ТЭДС поверяемого ТП, мВ;

$E_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}}$ – приведенное значение ТЭДС поверяемого ТП в соответствии с ГОСТ Р 8.585-2001, ближайшее к $E_{\text{ТП}}^{\text{изм}}$, мВ;

$\left(\frac{\Delta E_{\text{ТП}}}{\Delta t}\right)_t$ – чувствительность поверяемого ТП соответствующей градуировки при измеряемой температуре на единицу температуры, мВ/°С;

$t_{\text{СКТП}}$ – значение температуры свободных концов поверяемого ТП при температуре, измеренной контрольным термометром, °С;

$t_{\text{ЭТ}}$ – значение температуры, измеренное эталонным термометром сопротивления, °С.

Примечание – При использовании средств поверки с автоматическим пересчетом ТЭДС в значения температуры и (или) с автоматической компенсацией холодного спая расчет значения отклонения ТЭДС поверяемого ТП в температурном эквиваленте рассчитывается по формуле:

$$\Delta = (t_{\text{ТП}} + t_{\text{СКТП}}) - t_{\text{ЭТ}}, \quad (4)$$

где $t_{\text{ТП}}$ – значение ТЭДС поверяемого ТП в температурном эквиваленте, °С;

$t_{\text{СКТП}}$ – значение температуры свободных концов поверяемого ТП при температуре, измеренной контрольным термометром (для автоматической компенсации температуры холодного спая значение параметра равно 0 °С), °С;

$t_{\text{ЭТ}}$ – значение температуры, измеренное эталонным термометром сопротивления, °С.

10.3 Результаты поверки считаются положительными, а ТП соответствующим метрологическим требованиям, если полученные значения метрологических характеристик ТП не превышают нормированных значений, указанных в таблице А1 приложения А.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляются протоколом произвольной формы.

11.2 Сведения о результатах поверки ТП в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ передать в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.3 ТП, прошедшие поверку с положительным результатом, признать годными и допустить к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдать свидетельство о поверке.

11.4 При отрицательных результатах поверки на средство измерений по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, оформить извещение о непригодности к применению.

Ведущий инженер по метрологии
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



Н.М. Юстус

Инженер по метрологии
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



А.Е. Нестер

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А1 – Метрологические характеристики

Обозначение типа ТП	Класс допуска	Диапазон измерений температуры, °С	Пределы допускаемых отклонений ТЭДС от НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001, °С
K, N	3	от -180 до -167 св. -167 до +40	0,015 t 2,5
K, N	2	от -40 до +333 св.+333 до +1000	2,5 0,0075·t
K, N	1	от -40 до +375 св. +375 до +1000	1,5 0,004·t
J	2	От 0 до +333 св. +333 до +900	2,5 0,0075·t
J	1	от -40 до +375 св. +375 до +750	1,5 0,004·t
E	3	от -180 до -167 св. -167 до +40	0,015 t 2,5
E	2	от -40 до +333 св. +333 до +900	2,5 0,0075·t
E	1	от -40 до +375 св. +375 до +800	1,5 0,004·t
T	3	от -180 до -66 св. -66 до +40	0,015 t 1,0
T	2	от -40 до +135 св. +135 до +400	1,0 0,0075·t
T	1	от -40 до +125 св. +125 до +350	0,5 0,004·t
R, S	2	от 0 до +600 св. +600 до +1000	1,5 0,0025·t
R, S	1	от 0 до +1000	1,0
B	3	от +600 до +800 св. +800 до +1000	4,0 0,005·t
B	2	от +600 до +1000	0,0025·t