

ВИКИПЕДИЯ

# Терморезистор

Материал из Википедии — свободной энциклопедии

**Терморези́стор** (термистор, термосопротивление) — полупроводниковый прибор, электрическое сопротивление которого изменяется в зависимости от его температуры<sup>[1]</sup>.

Терморезистор был изобретён Самюэлем Рубеном (Samuel Ruben) в 1930 году<sup>[2]</sup>.

Терморезисторы изготавливаются из материалов с высоким температурным коэффициентом сопротивления (ТКС), который обычно на порядки выше, чем ТКС металлов и металлических сплавов.

## Содержание

Конструкция и разновидности терморезисторов

Режим работы терморезисторов и их применение

См. также

Примечания

Литература

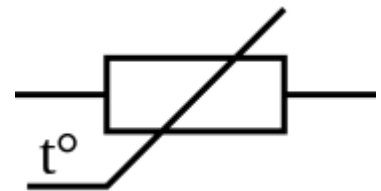
## Конструкция и разновидности терморезисторов

Резистивный элемент терморезистора изготавливают методом порошковой металлургии из оксидов, галогенидов, халькогенидов некоторых металлов, в различном конструктивном исполнении, например в виде стержней, трубок, дисков, шайб, бусинок, тонких пластинок, и размерами от 1—10 микрометров до нескольких сантиметров.

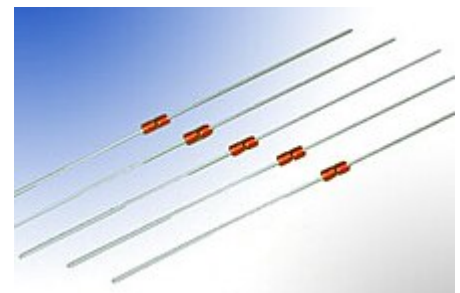
По типу зависимости сопротивления от температуры различают терморезисторы с отрицательным (**NTC**-термисторы, от слов «**N**egative **T**emperature **C**oefficient») и положительным (**PTC**-термисторы, от слов «**P**ositive **T**emperature **C**oefficient» или ***позисторы***) температурным коэффициентом сопротивления (или ТКС). Для позисторов — с ростом температуры растёт их сопротивление; для **NTC**-термисторов увеличение температуры приводит к падению их сопротивления.



Терморезистор, выполненный в виде бусинки, покрытой эпоксидной смолой



Условное графическое обозначение терморезистора на электрических принципиальных схемах



Термисторы с аксиальными выводами

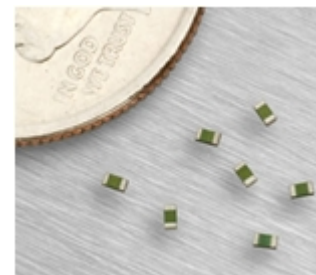
Терморезисторы с отрицательным ТКС (**NTC**-термисторы) изготавливают из смеси поликристаллических оксидов переходных металлов (например, MnO, CoOx, NiO и CuO), полупроводников типа  $A^{III}B^V$ , стеклообразных, легированных полупроводников (Ge и Si), и других материалов. **PTC**-термисторы изготавливают из твёрдых растворов на основе BaTiO<sub>3</sub>, что даёт положительный ТКС.



Условно терморезисторы классифицируют как низкотемпературные (предназначенные для работы при температурах ниже 170 К), среднетемпературные (от 170 до 510 К) и высокотемпературные (выше 570 К). Выпускаются терморезисторы, предназначенные для работы при температурах от 900 до 1300 К.

Терморезисторы способны работать в различных климатических условиях и при значительных механических нагрузках. Однако, с течением времени, при жёстких условиях его эксплуатации, например, термоциклировании, происходит изменение его исходных термоэлектрических характеристик, таких как:

- номинального (при 25 °C) электрического сопротивления;
- температурного коэффициента сопротивления.



SMD-термисторы

Также существуют комбинированные приборы, такие как терморезисторы с косвенным нагревом. В этих приборах в одном корпусе совмещены терморезистор и гальванически развязанный от него нагревательный элемент, задающий температуру терморезистора, и, соответственно, его электросопротивление. Такие приборы могут использоваться в качестве переменного резистора, управляемого напряжением, приложенным к нагревательному элементу такого комбинированного прибора.

Температура рассчитывается по уравнению Стейнхарта — Харта:

$$\frac{1}{T} = A + B \ln(R) + C [\ln(R)]^3$$

где T — температура, К;

R — сопротивление, Ом;

A, B, C — константы термистора, определённые при градуировке в трёх температурных точках, отстоящих друг от друга не менее, чем на 10 °C.

Одним из существенных недостатков «бусиновых» термисторов, как температурных датчиков, является то, что они не взаимозаменяемы и требуют индивидуальной градуировки<sup>[3]</sup>. Не существует стандартов, регламентирующих их номинальную характеристику сопротивление — температура. «Дисковые» термисторы могут быть взаимозаменяемыми, однако при этом лучшая допустимая погрешность не менее 0,05 °C в диапазоне от 0 до 70 °C. Типичный 10-килоомный термистор в диапазоне 0—100 °C имеет коэффициенты, близкие к следующим значениям:

$$A = 1,03 * 10^{-3}; B = 2,93 * 10^{-4}; C = 1,57 * 10^{-7}.$$

## **Режим работы терморезисторов и их применение**

Режим работы терморезисторов зависит от выбранной рабочей точки на вольт-амперной характеристике (или ВАХ) такого прибора. В свою очередь ВАХ зависит от приложенной к прибору температуры и конструктивных особенностей терморезистора.

Терморезисторы с рабочей точкой, выставленной на линейном участке ВАХ, используются для контроля за изменением температуры и компенсации параметров (электрическое напряжение или электрический ток) электрических цепей, возникших вследствие изменения температуры. Терморезисторы с рабочей точкой выставленной на нисходящем участке ВАХ (с «отрицательным сопротивлением») применяются в качестве пусковых реле, реле времени, в системах измерения и контроля мощности электромагнитного излучения на сверхвысоких частотах (или СВЧ), системах теплового контроля и пожарной сигнализации, в установках регулирования расхода жидких и сыпучих сред.

Наиболее распространены среднетемпературные терморезисторы (с температурным ТКС от  $-2,4$  до  $-8,4$   $\%/K$ ), имеющие широкий диапазон сопротивлений (от 1 до  $10^6$  Ом).

Также существуют терморезисторы с небольшим положительным температурным коэффициентом сопротивления (или ТКС) (от 0,5 до 0,7  $\%/K$ ) выполненные на основе кремния, сопротивление которых изменяется по закону близкому к линейному. Такие терморезисторы находят применение в системах охлаждения и температурной стабилизации режимов работы транзисторов в различных радиоэлектронных системах.

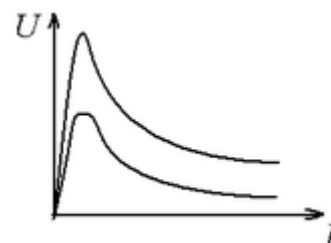
Так же терморезисторы с положительным ТКС применяются в качестве саморегулирующихся нагревательных элементов, сопротивление которых растет по мере роста собственной температуры (РТС нагреватель). Такой нагревательный элемент никогда не перегреется и будет стремиться сохранить постоянную температуру, близкую к точке Кюри. Температура может сохраняться постоянной при работе в широком диапазоне напряжений и температур окружающей среды. Тепловая мощность при этом зависит от эффективности теплоотвода. Чем эффективнее отводится тепло, тем выше тепловая мощность позисторного нагревателя, потребляемый ток, соответственно, тоже выше.

## См. также

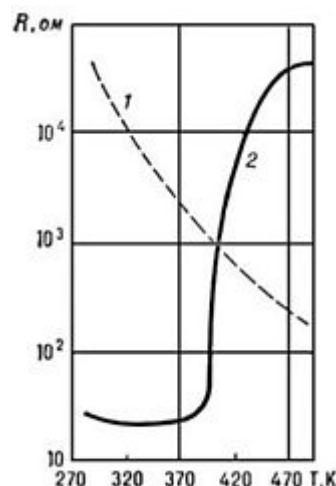
- Термометр сопротивления
- Резистор
- Бареттер
- Термопара
- Термостат

## Примечания

- В. Г. Герасимов, О. М. Князьков, А. Е. Краснопольский, В. В. Сухоруков. Основы промышленной электроники. — М.: Высшая школа, 1978. — С. 17—21.



Вольт-амперная характеристика позистора



Зависимость сопротивления терморезистора от температуры: 1 — ТКС < 0; 2 — ТКС > 0

- Патент США № 2 021 491 от 19 ноября 1935. Electrical pyrometer resistance (<https://patents.google.com/patent/US2021491>). Описание патента (<http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?patentnumber=2021491>) на сайте Ведомства по патентам и товарным знакам США.
- Информационный портал "Температура". Термисторы (<http://temperatures.ru/pages/termistory>). temperatures.ru. Дата обращения: 26 октября 2016. Архивировано (<https://web.archive.org/web/20161026232003/http://temperatures.ru/pages/termistory>) 26 октября 2016 года.

## Литература

---

- Шефтель И. Т.* Терморезисторы.
- Мэклин Э. Д.* Терморезисторы.
- Шашков А. Г.* Терморезисторы и их применение.
- Пасынков В. В., Чиркин Л. К.* Полупроводниковые приборы: Учебник для вузов. — 4-е перераб. и доп. изд. — М.: Высшая школа, 1987. — С. 401—407. — 479 с. — 50 000 экз.

---

Источник — <https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Терморезистор&oldid=133480416>

---

**Эта страница в последний раз была отредактирована 8 октября 2023 в 10:42.**

Текст доступен по лицензии Creative Commons «С указанием авторства — С сохранением условий» (CC BY-SA); в отдельных случаях могут действовать дополнительные условия.  
Wikipedia® — зарегистрированный товарный знак некоммерческой организации Фонд Викимедиа (Wikimedia Foundation, Inc.)