

# Датчики температуры LM135, LM235, LM335. Описание на русском языке. Характеристики, применение.

07.03.2016 Автор: ЭДУАРД

---



В публикации приводится подробное описание термодатчиков LM135, LM235 и LM335 на русском языке. Использована информация из документации ([datasheet](#)) [LMx35.pdf](#) производителя датчиков – корпорации Texas Instruments.

Это одни из самых дешевых интегральных датчиков температуры. Цена LM335 не превышает 0,5 \$. При этом они имеют параметры достаточные для большинства приложений. Точность измерения может быть повышена за счет калибровки датчика.

- [Особенности.](#)
- [Области применения.](#)
- [Описание.](#)
- [Базовые схемы включения.](#)
- [Назначение выводов.](#)
- [Предельно допустимые параметры.](#)
- [Рекомендованные условия эксплуатации.](#)
- [Характеристики для тепловых расчетов.](#)
- [Погрешность измерения LM135A/LM235A, LM135/LM235.](#)
- [Погрешность измерения LM335, LM335A.](#)
- [Электрические характеристики.](#)

- [Типовые характеристики.](#)
- [Подробное описание.](#)
- [Схема датчика.](#)
- [Калибровка с использованием вывода ADJ.](#)
- [Применение.](#)
- [Пример разработки.](#)
- [Примеры практических схем.](#)
- [Требования к монтажу.](#)
- [Подключение термодатчика длинным кабелем.](#)

### **Особенности.**

- Откалиброваны в градусах по шкале Кельвина.
- Первоначальная точность 1 °С.
- Работают при токах от 0,4 до 5 мА.
- Динамический импеданс не более 1 Ом.
- Простой способ калибровки выходного напряжения.
- Широкий диапазон рабочих температур.
- Кратковременные перегрузки до 200 °С.
- Низкая цена.

### **Области применения.**

- Источники питания.
- Системы контроля аккумуляторов.
- Системы климатического контроля.
- Другие технические приложения.

### **Описание.**

Серия LM135 это прецизионные интегральные датчики температуры. С точки зрения схемотехники они представляет собой двух выводные диоды Зенера (стабилитроны), напряжение стабилизации которых прямо пропорционально температуре с коэффициентом 10 мВ / °К.

Динамический импеданс термодатчиков не превышает 1 Ом, а рабочий ток может быть в диапазоне от 0,4 до 5 мА. Откалиброванный при 25 °С, LM135 имеет погрешность не более 1 °С в диапазоне до 100 °С. Подобно другим интегральным термодатчикам, у LM135 линейная зависимость выходного напряжения от температуры.

LM135 могут быть использованы в любых приложениях для измерения температуры от – 55 до + 150 °С. Линейная характеристика и низкий импеданс позволяют легко подключать термодатчики к управляющим устройствам.

Диапазон рабочих температур для датчиков:

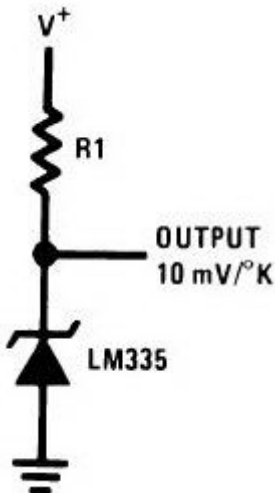
- LM135 - 55 ... + 150 °С;
- LM235 - 40 ... + 125 °С;
- LM335 - 40 ... + 100 °С.

Датчики серии LMx35 выполнены в корпусах:

Тип датчика	Корпус	Размеры
LM135	TO-46 (3)	4.699 мм × 4.699 мм
LM135A		
LM235	TO-92 (3)	4.30 мм × 4.30 мм
LM235A		
LM335	SOIC (8)	4.90 мм × 3.91 мм
LM335A		

### Базовые схемы включения.

Обычно термодатчики включаются по схеме двух выводных стабилитронов с ограничительными резисторами.



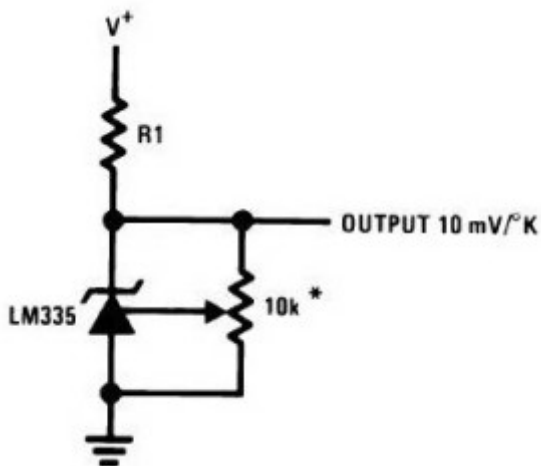
Резистор R1 ограничивает ток. Может быть рассчитан как

$$R1 = (V^+ - (t * 0,01)) / I$$

R1 – сопротивление резистора в кОм,  
 $V^+$  - напряжение питания в В,  
 $T$  – температура датчика в °К,  
 $I$  – ток датчика в мА.

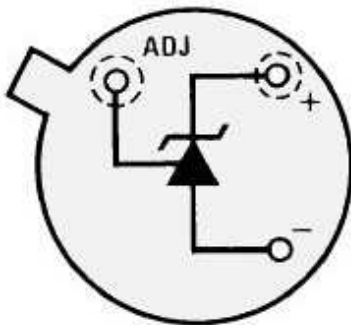
Ток датчика  $I$  необходимо выбирать таким, чтобы при изменении температуры он был в диапазоне 0,4 до 5 мА.

Для повышения точности, датчик может быть включен по схеме с калибровкой выходного напряжения.



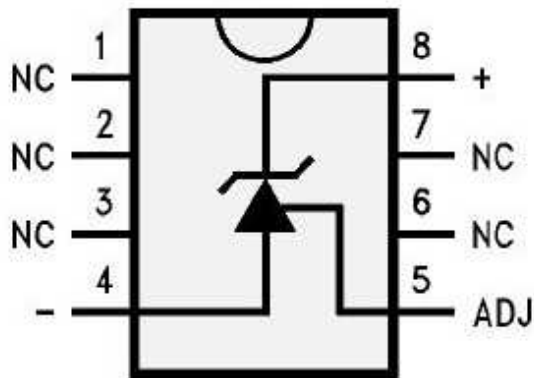
#### Назначение выводов.

#### TO-46



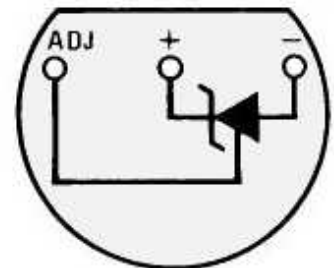
3 вывода  
вид снизу

#### SOIC 8



8 выводов  
вид сверху

#### TO-92



3 вывода  
вид снизу

#### Предельно допустимые параметры.

Превышение предельно допустимых параметров может вывести устройство из строя.

Параметр	Мин.	Макс.	Ед. изм.
Обратный ток		15	мА
Прямой ток		10	мА

Температура хранения	Корпус SOIC	- 65	150	°C
	Корпус TO-92	- 60	150	°C

### Рекомендованные условия эксплуатации.

			Мин.	Ном.	Макс.	Ед. изм.
Температура	LM135, LM135A	Продолжительный ( $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$ )	-55		150	°C
		Прерывистый	150		200	
	LM235, LM235A	Продолжительный ( $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$ )	-40		125	°C
		Прерывистый	125		150	
	LM335, LM335A	Продолжительный ( $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$ )	-40		100	°C
		Прерывистый	100		125	
Прямой ток			0.4	1,0	5	мА

### Характеристики для тепловых расчетов.

Параметр		LM335 / LM335A	LM235 / LM235A	LM135 / LM135A	Ед. изм.
		SOIC (D)	TO-92 (LP)	TO-46 (NDV)	
		8 выводов	3 вывода	3 вывода	
$R_{\theta JA}$	Тепловое сопротивление кристалл-среда	165	202	400	°C/ Вт
$R_{\theta JC}$	Тепловое сопротивление кристалл-корпус	—	170	—	

### Погрешность измерения температуры LM135A/LM235A, LM135/LM235.

Параметр	Условия	LM135/LM235			LM135A/LM235A			Ед. изм.
		Мин.	Тип.	Макс.	Мин.	Тип.	Макс.	
Выходное напряжение	$T_C = 25^\circ\text{C}$ , $I_R = 1 \text{ мА}$	2.95	2.98	3.01	2.97	2.98	2.99	В
Некалиброванная погрешность	$T_C = 25^\circ\text{C}$ , $I_R = 1 \text{ мА}$		1	3		0.5	1	°C

Некалиброванная погрешность		$T_{MIN} \leq T_C \leq T_{MAX}, I_R = 1 \text{ мА}$		2	5		1.3	2.7	°C
Погрешность при 25 °C		$T_{MIN} \leq T_C \leq T_{MAX}, I_R = 1 \text{ мА}$		0.5	1.5		0.3	1.0	°C
Калиброванная погрешность	Расширенная	$T_C = T_{MAX}$ (прерывистый)		2			2		°C
	Нелинейность	$I_R = 1 \text{ мА}$		0.3	1		0.3	0.5	°C

### Погрешность измерения температуры LM335, LM335A.

Параметр	Условия	LM335			LM335A			Ед. изм.
		Мин.	Тип.	Макс.	Мин.	Тип.	Макс.	
Выходное напряжение	$T_C = 25^\circ\text{C}, I_R = 1 \text{ мА}$	2.92	2.98	3.04	2.95	2.98	3.01	В
Некалиброванная погрешность	$T_C = 25^\circ\text{C}, I_R = 1 \text{ мА}$		2	6		1	3	°C
Некалиброванная погрешность	$T_{MIN} \leq T_C \leq T_{MAX}, I_R = 1 \text{ мА}$		4	9		2	5	°C
Погрешность при 25 °C	$T_{MIN} \leq T_C \leq T_{MAX}, I_R = 1 \text{ мА}$		1	2		0.5	1	°C
Калиброванная погрешность	Расширенная	$T_C = T_{MAX}$ (прерывистый)		2			2	°C
	Нелинейность	$I_R = 1 \text{ мА}$		0.3	1.5		0.3	1.5

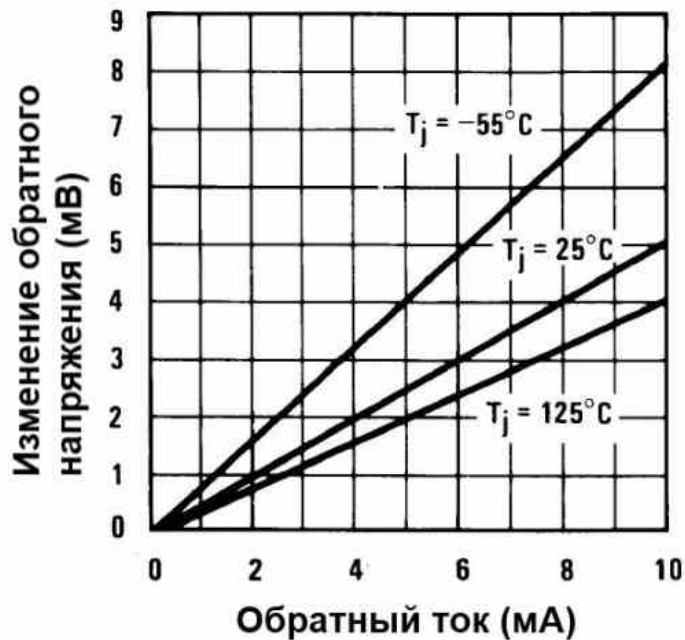
### Электрические характеристики термодатчиков LM135, LM235, LM335.

Параметр	Условия	LM135/LM235/LM135A/LM235A			LM335/LM335A			Ед. изм.
		Мин.	Тип.	Макс.	Мин.	Тип.	Макс.	
Изменение выходного напряжения от тока	$400 \text{ мкА} \leq I_R \leq 5 \text{ мА}$		2.5	10		3	14	мВ
Динамический импеданс	$I_R = 1 \text{ мА}$		0.5			0.6		Ом
Температурный коэффициент выходного напряжения			10			10		мВ/°C

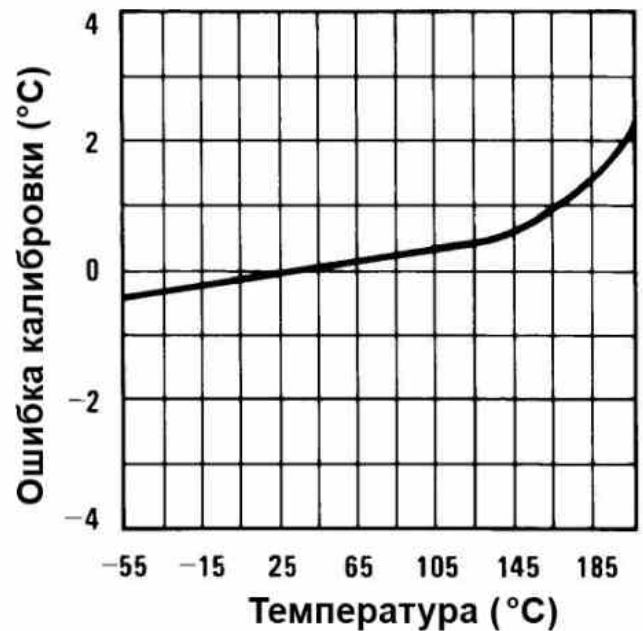
Время температурной константы	Не движущийся воздух	80	80	сек
	воздух 100 фут/мин	10	10	сек
	Масло	1	1	сек
Временная стабильность	$T_C = 125^\circ\text{C}$	200	200	$^\circ\text{C}/\text{ч}$

### Типовые характеристики.

#### Изменение обратного напряжения



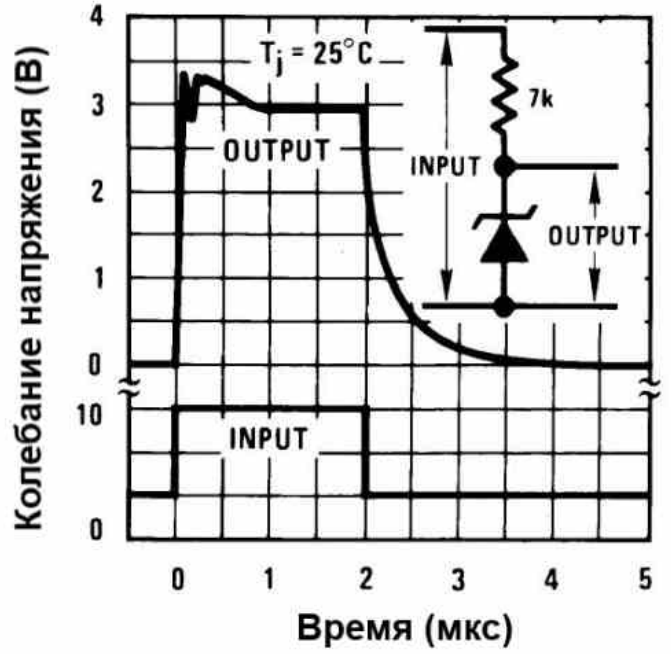
#### Ошибка калибровки



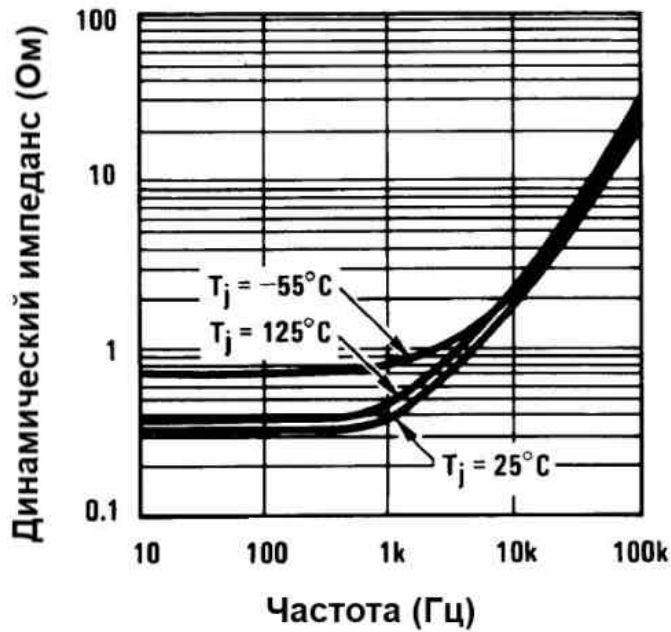
### Обратная характеристика



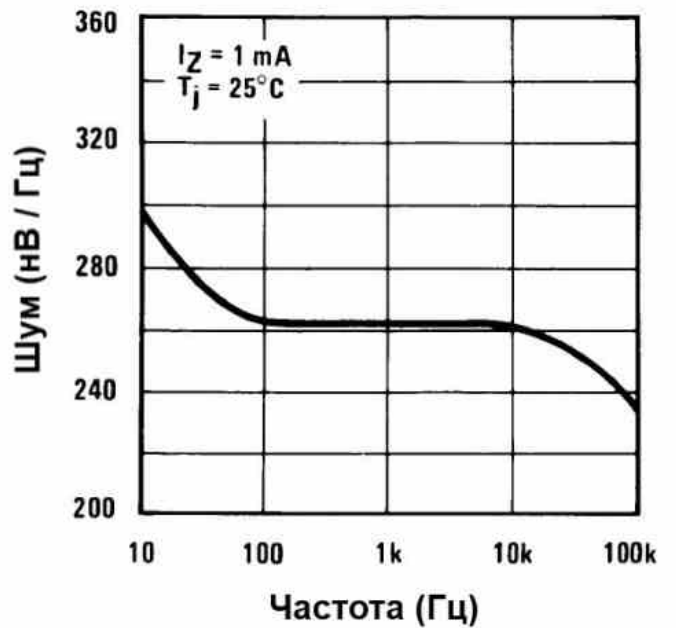
### Время реакции



### Динамический импеданс

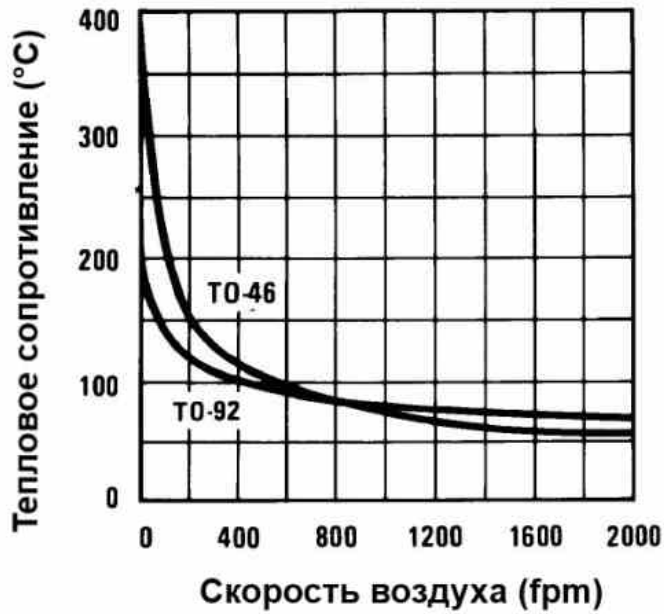


### Напряжение шума

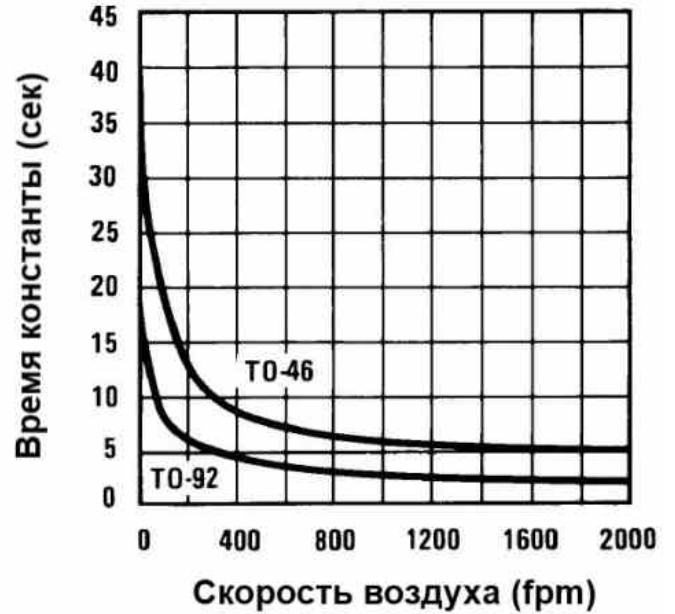




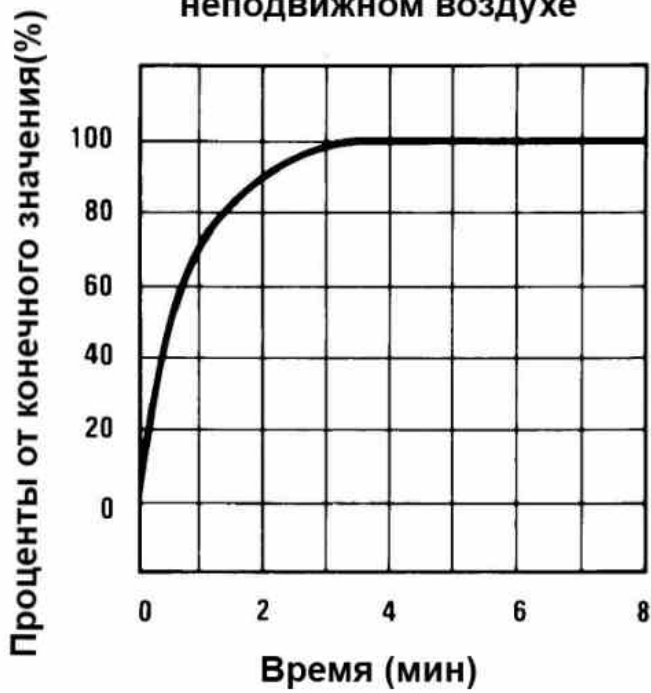
### Тепловое сопротивление кристалл-воздух



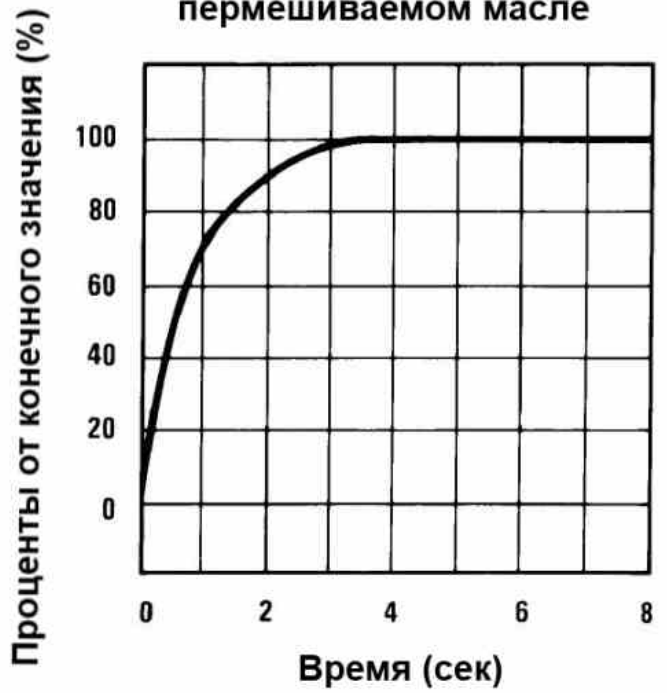
### Время тепловой константы



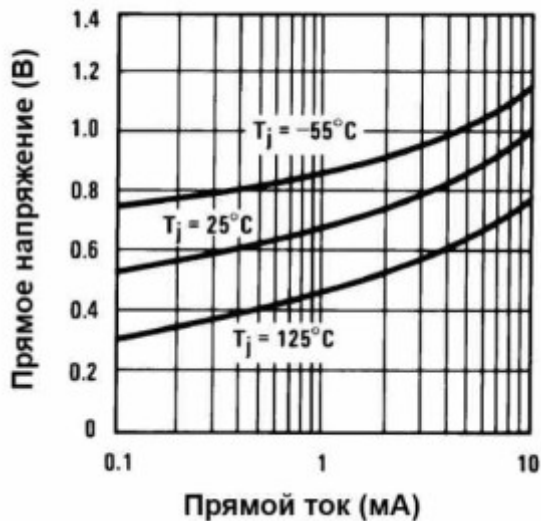
### Тепловая реакция в неподвижном воздухе



### Тепловая реакция в перемешиваемом масле



### Прямая характеристика



### Подробное описание.

LM135 могут быть использованы в любых приложениях для измерения температуры от  $-55$  до  $+150$  °С. Линейная характеристика и низкий импеданс позволяют легко подключать термодатчики к управляющим устройствам.

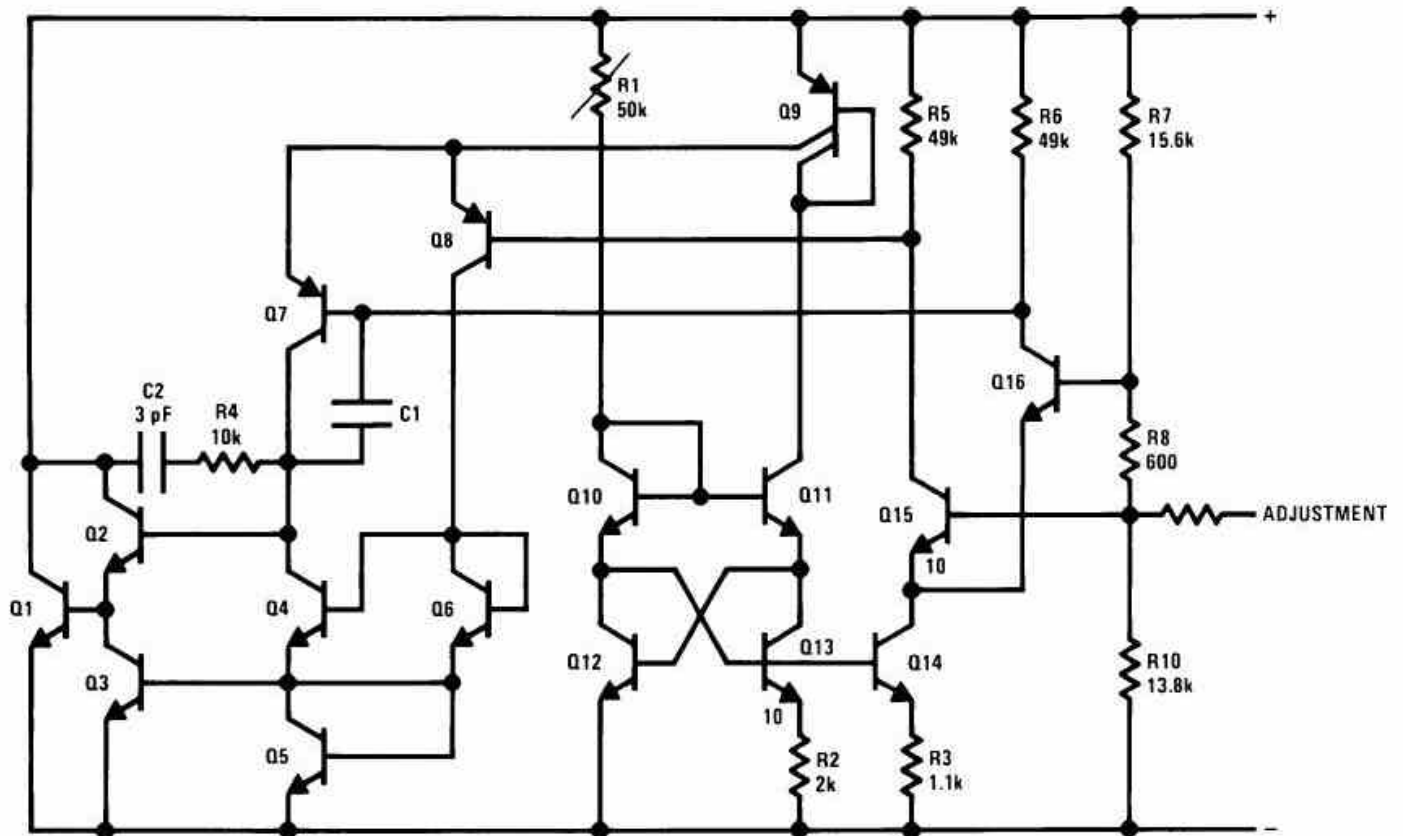
Диапазон рабочих температур для датчиков:

- LM135 -  $55 \dots +150$  °С;
- LM235 -  $40 \dots +125$  °С;
- LM335 -  $40 \dots +100$  °С.

С точки зрения схемотехники термодатчик представляет собой двух выводной диод Зенера (стабилитрон), напряжение стабилизации которого прямо пропорционально температуре с коэффициентом  $10$  мВ / °К.

Динамический импеданс термодатчиков не превышает  $1$  Ом, а рабочий ток может быть в диапазоне от  $0,4$  до  $5$  мА. Откалиброванный при  $25$  °С, LM135 имеет погрешность не более  $1$  °С в диапазоне до  $100$  °С. Подобно другим интегральным термодатчикам, у LM135 линейная зависимость выходного напряжения от температуры.

### Схема датчика.



### Калибровка датчика с использованием вывода ADJ.

В термодатчике реализован простой способ калибровки для повышения точности измерения. С помощью потенциометра на вывод ADJ подается напряжение смещения. Это позволяет корректировать погрешность устройства во всем диапазоне температур.

Калибровка в одной точке устраняет погрешность во всем диапазоне температур, потому что выходное напряжение датчика пропорционально абсолютному значению температуры с отсчетом от 0. Т.е. на выходе устройства 0 В при температуре  $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ошибка выходного напряжения пропорциональна во всем диапазоне. Поэтому корректировка погрешности в одной точке повышает точность измерения термодатчика во всем рабочем диапазоне.





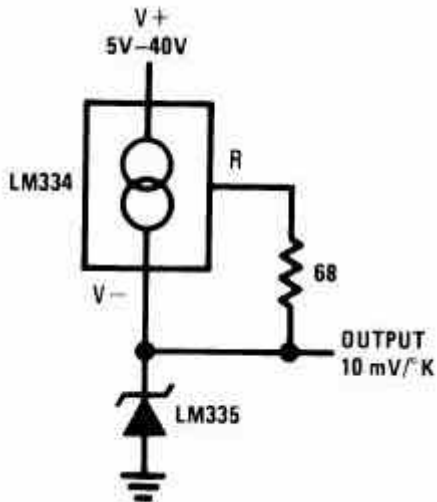


Схема для измерения минимального значения температуры в трех точках. На выходе будет напряжение датчика с минимальной температурой.

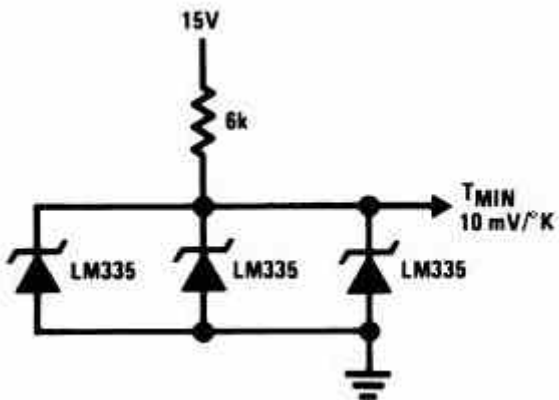
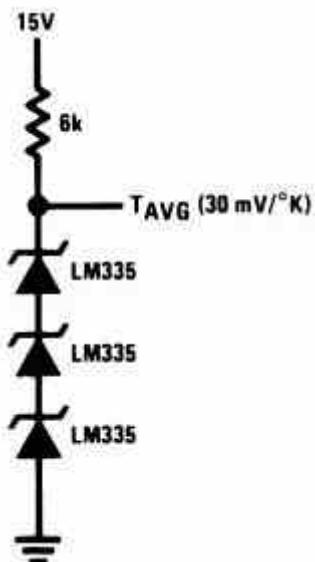


Схема измерения средней температуры в трех точках. Масштаб преобразования температуры для этой схемы  $30 \text{ mV}/^\circ\text{K}$ .





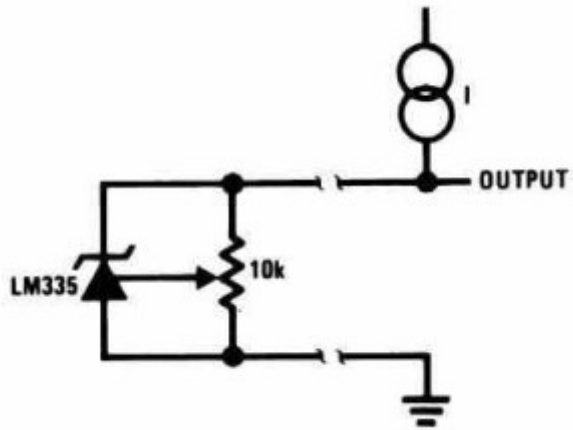


Таблица показывает зависимость длины линии от сечения провода при погрешности в 1 °С.

	$I_R = 0,5 \text{ мА}$	$I_R = 1 \text{ мА}$
AWG	фут	фут
14	8000	4000
16	5000	2500
18	3200	1600
20	2000	1000
22	1250	625
24	800	400