

Датчик температуры (термистор)

Известно, что существует несколько различных типов преобразователей, предназначенных для измерения температуры: термопара, резистивный температурный датчик (РТД), термистор и интегральный преобразователь (ИП). У каждого из них есть свои преимущества и недостатки. Термопара имеет широкий температурный диапазон и проста в использовании, но это наименее стабильный и чувствительный преобразовательный элемент. РТД наоборот, наиболее стабильный и точный из датчиков, но инерционный и относительно более дорогой. ИП является единственным линейным датчиком, имеет самый высокий выходной сигнал, но является инерционным. Реакция термистора очень быстрая, но он имеет ограниченный диапазон измеряемых температур. В данной лабораторной работе используется термистор (рис. 1).

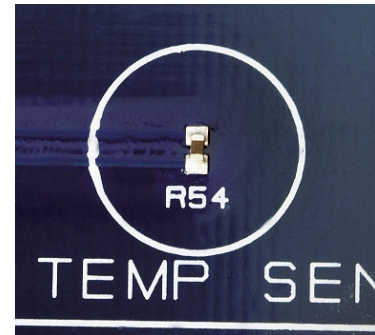


Рис. 1

Термистор представляет собой резистор, который изменяет свое значение в зависимости от температуры. Связь между сопротивлением термистора и температурой T может быть описана с помощью уравнения:

$$R = R_0 e^{B \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)},$$

где R_0 соответствует температуре T_0 . Для используемого в лабораторной работе термистора $R_0 = 47000$ Ом, $T_0 = 25$ градусов по Цельсию, или $T_0 \approx 298,15$ градусов по Кельвину.

Термистор является базовой частью схем измерения температуры. Например схема, используемая в стенде, имеет вид (рис. 2):

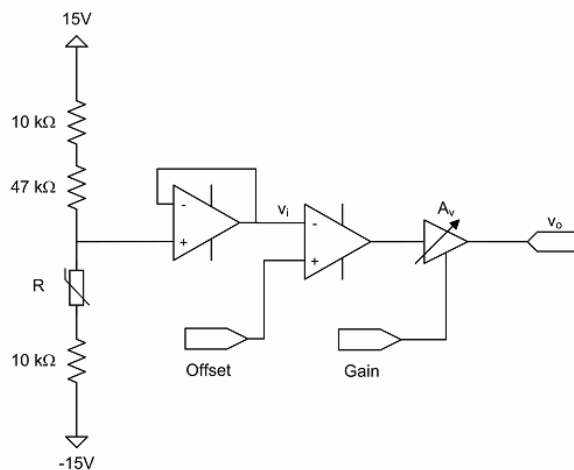


Рис. 2. Цепь термистора R

Напряжение v_i вычисляется по формуле:

$$v_i = \frac{30(R + 10000)}{67000 + R} - 15, \quad (1)$$

а выходное напряжение всей цепи

$$v_o = A_v (v_{off} - v_i), \quad (2)$$

где v_{off} - напряжение, регулируемое с помощью потенциометра *Offset*, а A_v является коэффициентом усиления, который можно изменять с помощью потенциометра *Gain* (рис. 3).



Рис. 3

Цель лабораторной работы - наблюдение напряжения с выхода термистора, а также ка-

либровка значений температуры. В таблице 1 приведено описание основных элементов виртуального прибора VI QNET_MECHKIT_temperature. На рис. 4 каждый элемент обозначен своим номером, представленным в таблице 1.

1. Основные сведения о лабораторной установке

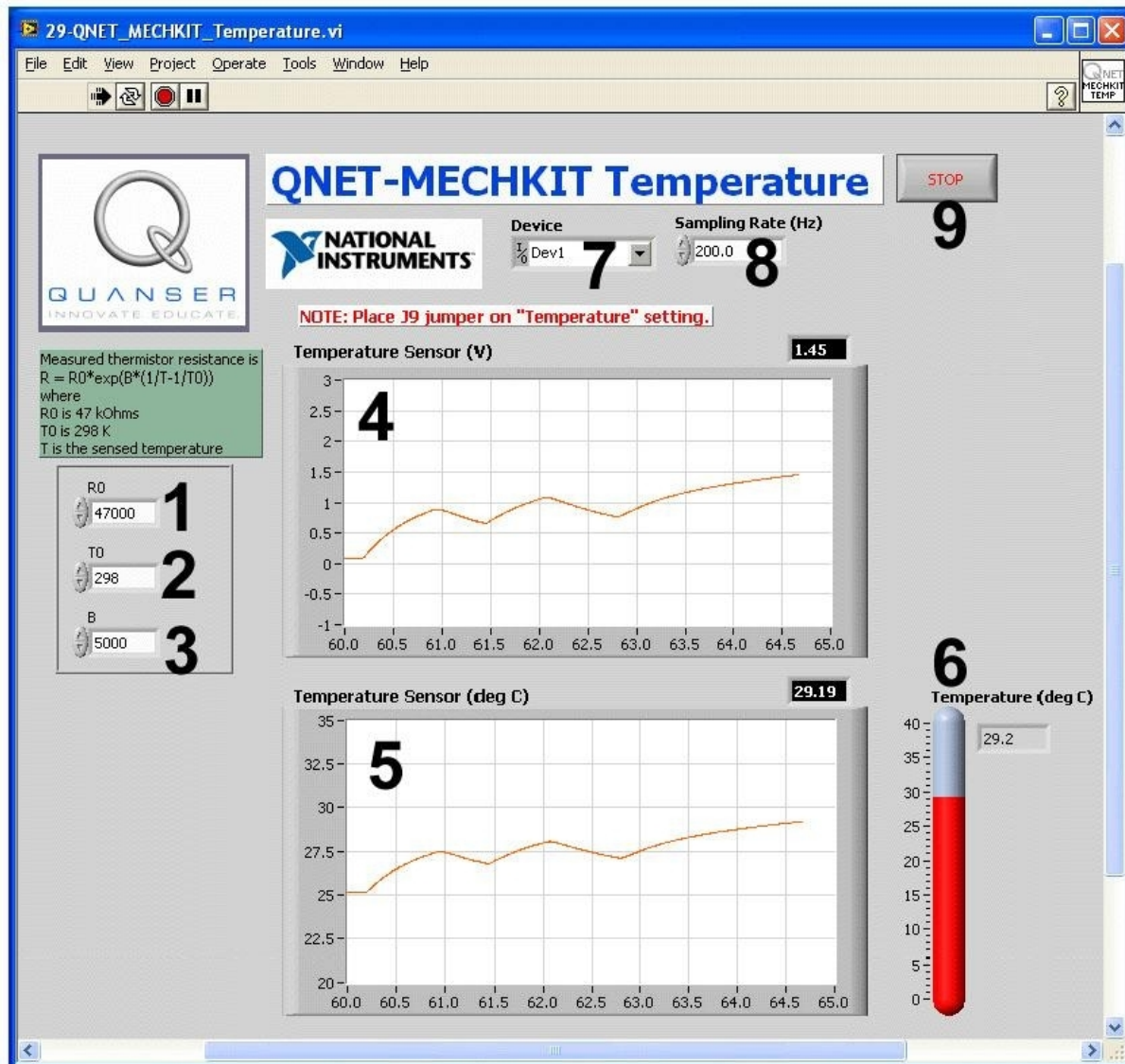


Рис. 4. VI QNET MECHKIT Temperature

2. Порядок выполнения

1. Убедитесь в том, что джампер **J9** установлен в положение **Temperature**.
2. Откройте виртуальный прибор QNET_MECHKIT_Temperature.vi.
3. Убедитесь в том, что с помощью селектора *Device* выбрано то устройство, которое показано на рис. 5.

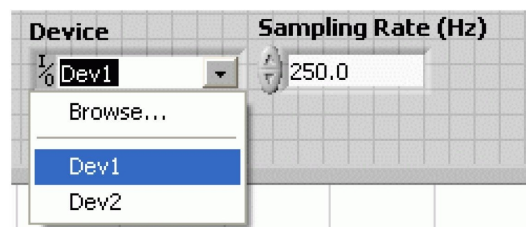


Рис. 5 Выбор устройства.

Таблица 1. Перечень элементов VI QNET MESHKIT Pressure Sensor

ID №	Обозначение	Описание	Ед. изм.
1	R0	Сопротивление термистора при T0	
2	T0	Комнатная температура (в градусах Кельвина)	
3	B	Параметр экспоненты в уравнении преобразования термистора.	
4	Temperature Sensor (V)	Индикатор напряжения с выхода схемы включения термистора.	В
5	Temperature Sensor (deg C)	Графический индикатор результатов измерения температуры, полученные на основании введенных параметров T0 и B.	°C
6	Temperature (deg C)	Термометрический индикатор, на который выводится результат измерения температуры, полученной на основании введенных параметров T0 и B.	°C
7	Device	Селектор DAQ-устройства.	
8	Sampling Rate	Элемент управления для задания частоты дискретизации.	Гц
9	Stop	Кнопка, которая останавливает работу VI.	

2.1. Сбор данных

1. Термистор является частью электронной схемы и его выходное напряжение может регулироваться с помощью потенциометров *Gain* и *Offset* на плате модуля MESHKIT. Поверните регулятор *Gain* до упора против часовой стрелки.

2. Вращайте регулятор *Offset* до тех пор, пока индикатор *Temperature Sensor (V)* не покажет значение 0 В. Это соответствует результату измерения при комнатной температуре $T_0 = 298 \text{ K}$.

Примечание. При выполнении данного пункта предполагается, что температура в вашем помещении 25°C , даже, если она, возможно, несколько выше или ниже.

3. **Задание 1:** Аккуратно прикоснитесь кончиком пальца к датчику температуры и наблюдайте реакцию на графическом индикаторе *Temperature Sensor (V)* (рис. 6). Температура на поверхности кончика пальца составляет примерно 32°C . Запишите в таблицу 2 напряжение, измеренное при комнатной температуре и измеренное, когда к датчику приложен палец.

Указание 1. Термистор имеет высокую чувствительность. При выполнении измерений **не следует сильно давить на датчик**, в противном случае результаты измерений не будут повторяющимися.

Указание 2. После отпускания пальца от датчика требуется некоторое время, чтобы выходное напряжение датчика вернулось к значению 0 В. Вы можете ускорить снижение температуры легким обдувом датчика.

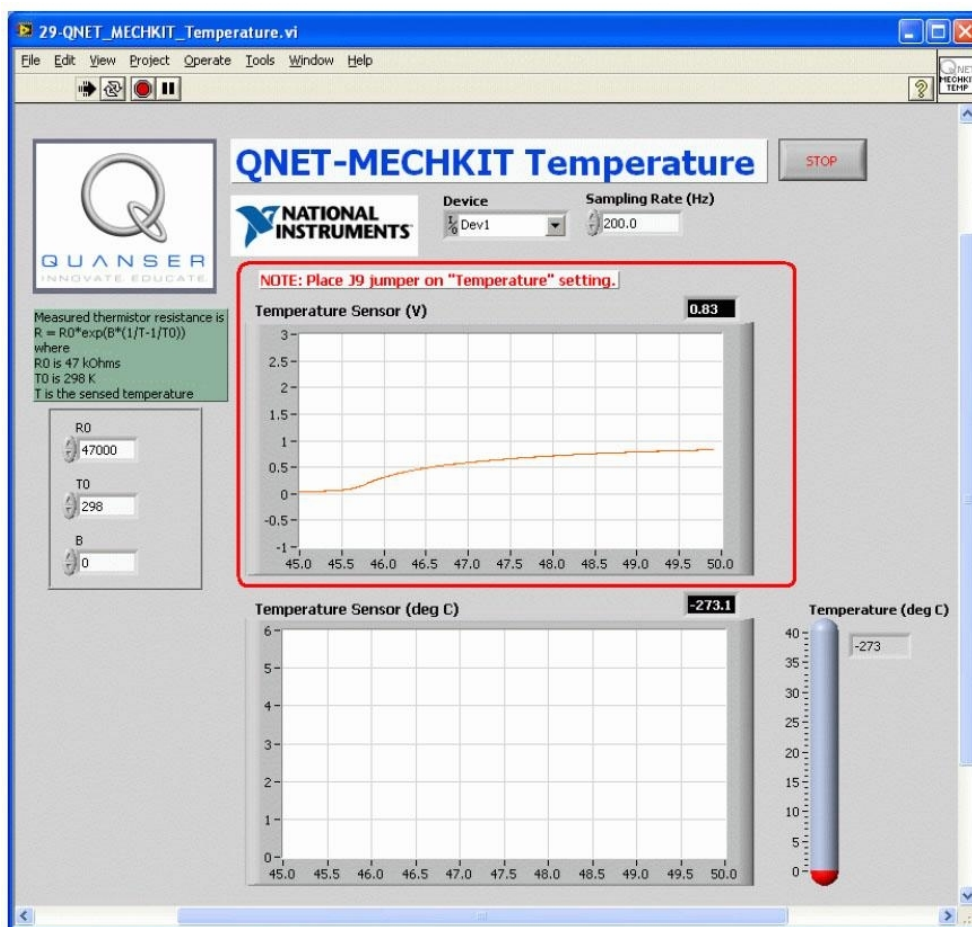


Рис. 6. Сбор результатов измерений с помощью датчика температуры

2.2 Калибровка датчика

1. **Задание 2:** Напряжение, которое измерялось на модуле МЕСНКИТ – это выходное напряжение v_0 электронной схемы. Определим сопротивление термистора R по выходному напряжению схемы. Комбинируя уравнения (1) и (2) при $A_v=1$ и $v_{off}=0$ находим

$$R = \frac{1000(705 - 67v_0)}{15 + v_0}.$$

2. **Задание 3:** Определите сопротивление резистора R_0 при комнатной температуре и сопротивление R , когда к датчику прижат палец. Запишите результаты в таблицу 3.

3. **Задание 4:** Выведите уравнение для определения параметра B и вычислите его значение, используя полученные результаты. У вас должно получиться

$$B = \frac{\ln\left(\frac{R}{R_0}\right)TT_0}{T_0 - T}.$$

Здесь температура измеряется в градусах Кельвина. Например, при значениях, указанных в таблице 1, получаем $B = 1702,7$.

4. **Задание 5:** Введите параметр B , который был найден в п. 3, в соответствующий элемент управления (рис. 4). Прикоснитесь пальцем к датчику и скопируйте характеристику, которая отображается на индикаторе *Temperature Sensor (deg C)*.

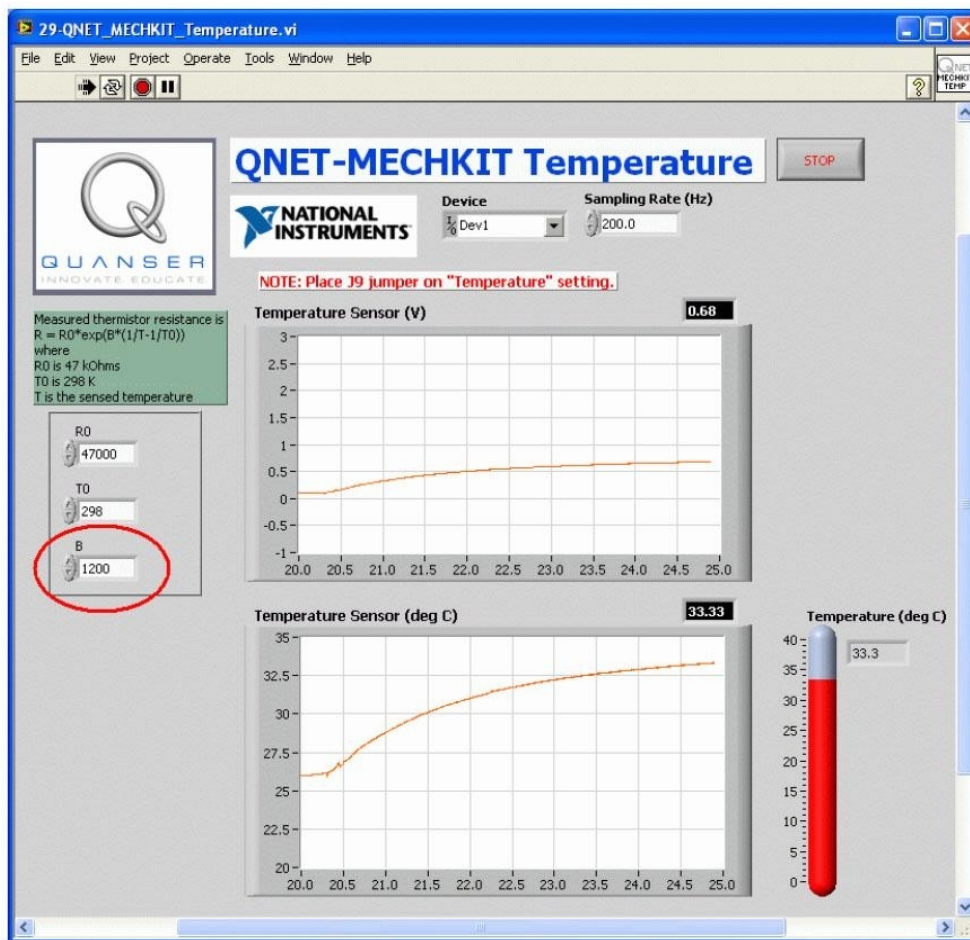


Рис. 4. Калибровка датчика температуры

Таблица 2. Результаты измерений с помощью термистора

Температура (°C)	Температура (K)	Измеренное напряжение (В)	Примечания
25	298	0,0	Напряжение при комнатной температуре T_0
32	305		Напряжение при температуре T приложенного к датчику пальца

Таблица 3. Результаты измерения сопротивления термистора

Температура (°C)	Температура (K)	Измеренное сопротивление (Ом)	Примечания
25	298	47000	Сопротивление при комнатной температуре T_0
32	305		Сопротивление при температуре T приложенного к датчику пальца