

# Тензорезистивные датчики

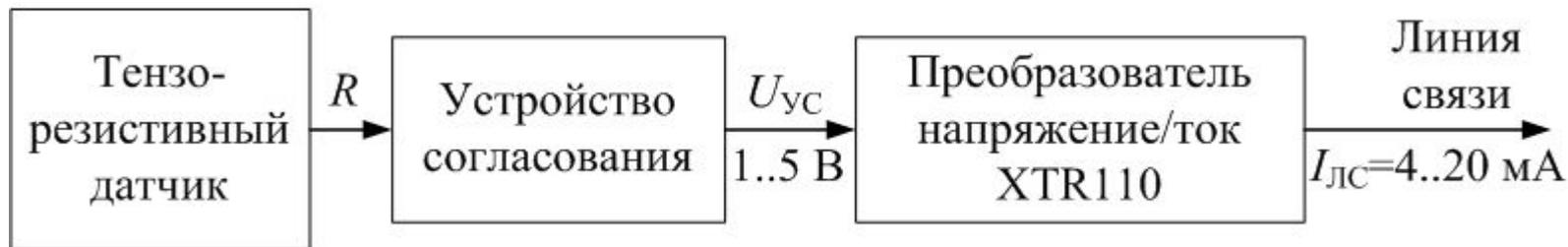
# Основные термины и определения

Тензодатчик - измерительный преобразователь деформации твердого тела, вызываемой механическими напряжениями в электрический сигнал, предназначенный для последующей обработки.

Бывают металлические (проволочные, фольговые, пленочные) и полупроводниковые (пластинчатые).

В основе принципа работы металлических тензорезисторов лежит явление тензоэффекта, заключающееся в изменении электрического сопротивления проводящего материала при его механической деформации.

$$F \rightarrow R, P \rightarrow R$$

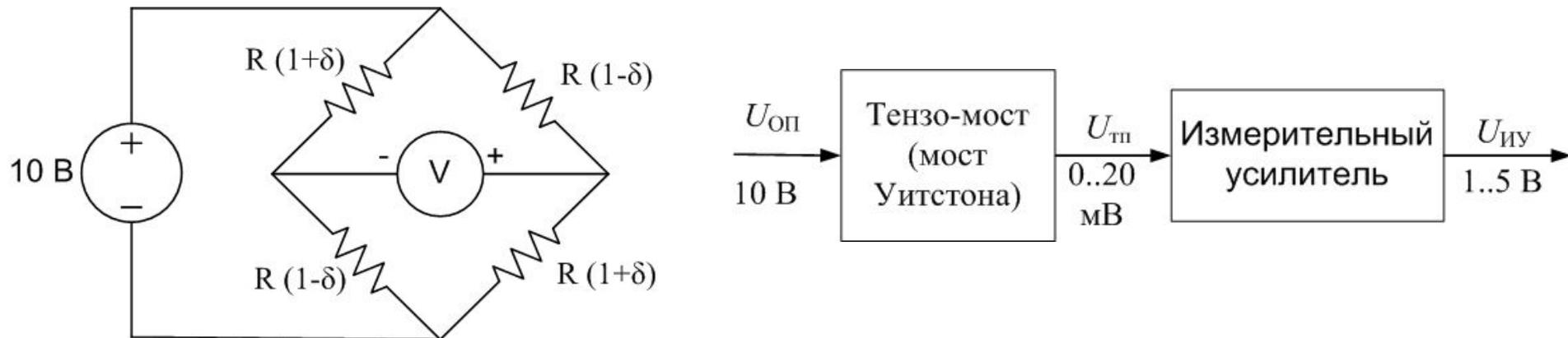


Общая структура подключения тензодатчиков в измерительный канал

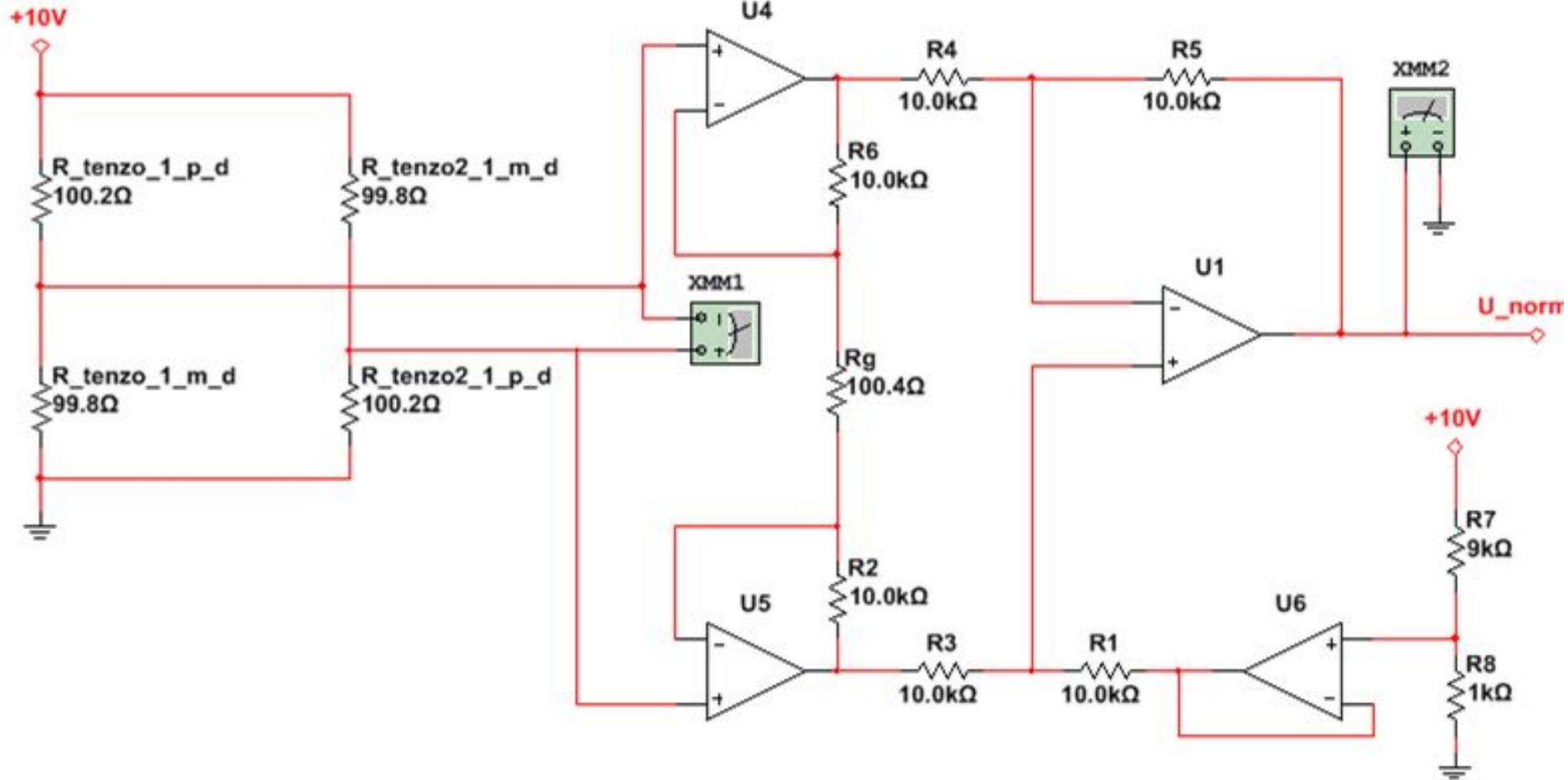
# Схема включения тензодатчиков

Как правило тензодатчики объединяют в тензорезистивный мост (мост Уитстона). Это позволяет прецизионно отследить изменение сопротивления тензорезисторов и преобразовать это изменение в электрический сигнал (напряжение).

На мост подается опорное напряжение (10 В). Когда на датчики не действует сила их сопротивление равняется начальному сопротивлению ( $R_д$ ). В этом случае мост уравновешен и на выходе моста напряжение равно нулю. Если на датчики действует сила, то их сопротивление меняется на величину  $\delta R$ , при чем тензорезисторы в мосте располагаются так, что при действии силы два резистора увеличивают свое сопротивление ( $R(1+\delta)$ ), а два других уменьшают ( $R(1-\delta)$ ). В этом случае на выходе моста напряжение будет равно:  $U_m = \delta \cdot U_{оп}$ .  $\delta$  – коэффициент тензочувствительности, выражается в мВ/В. Например 2 мВ/В означает, что при действии номинальной силы и при уровне опорного напряжения 10 В, на выходе моста будет 20 мВ.



# Схема включения тензодатчиков



# Схема включения тензодатчиков

Входные данные:

Диапазон измерений: 0..20 кГс

Сопротивление тензодатчика (начальное):  $R_d = 100 \text{ Ом}$

Коэффициент чувствительности тензодатчика:  $\delta = 2 \text{ мВ/В}$

Для начала необходимо рассчитать сопротивление тензодатчика для номинального значения силы:

$$\delta = 2 \text{ мВ/В} = 0.002 \quad (0.2 \%)$$

$$R_d = 100 \text{ Ом},$$

$$R(1+\delta) = R_d + R_d \cdot 0.2\% = 100 + 0,2 = 100,2 \text{ Ом}$$

$$R(1-\delta) = R_d - R_d \cdot 0.2\% = 100 - 0,2 = 99,8 \text{ Ом}$$

Это сопротивления тензодатчиков которые будут если на них подействовать силой в 20 кГс.

Далее рассчитаем значения напряжения на выходе моста:

$$U_M = \delta \cdot U_{оп} = 2 \text{ мВ/В} \cdot 10 \text{ В} = 20 \text{ мВ}.$$

Это напряжение на выходе моста при действии силы в 20 кГс.

# Схема включения тензодатчиков

Далее полученное напряжение нам необходимо усилить до уровня 1..5 В для подачи на преобразователь напряжение/ток. Это выполняется с помощью измерительного усилителя.

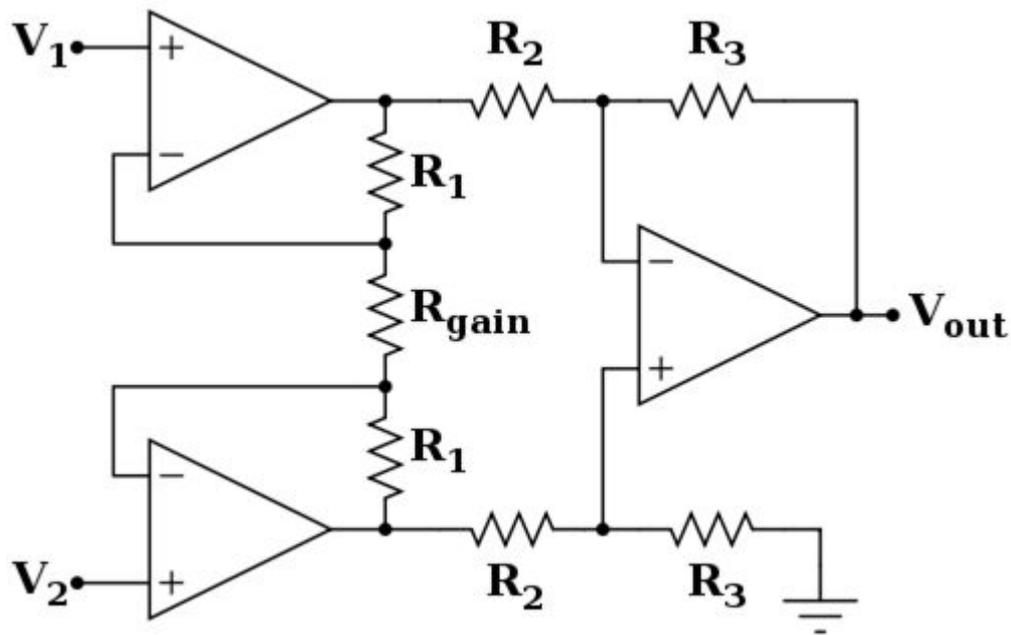
Начальное значение 1 В (начало диапазона) задаем с помощью смещения ноля (резисторы  $R_7=9\text{КОм}$  и  $R_8 = 1\text{КОм}$ ). Остается диапазон в 4 В ( $5-1 = 4$ ). Необходимо максимальное значение напряжения на выходе моста усилить до 4 В. Отсюда найдем коэффициент усиления измерительного усилителя:

$$K_{\text{иу}} = U_{\text{иу\_макс}} / U_{\text{м\_макс}} = 4 / 0,02 = 200$$

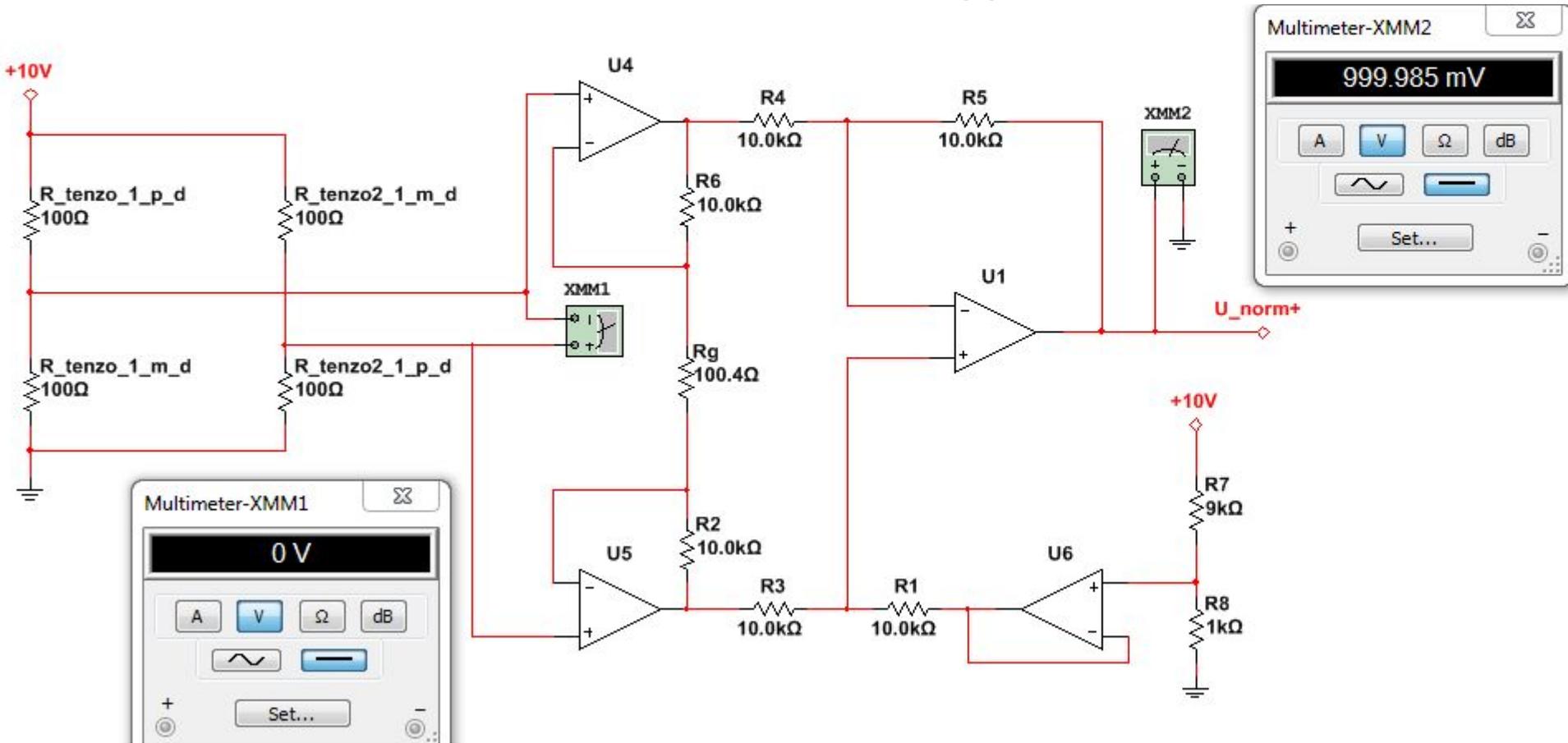
Коэффициент усиления на измерительном усилителе задается с помощью резистора  $R_g$ :

$$R_g = (2 \cdot R_1) / (K_{\text{иу}} - 1), \quad \text{для нашей схемы } R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = 10\text{КОм}.$$

$$R_g = 20 \cdot 10^3 / (200 - 1) \approx 100,4\text{ Ом}$$

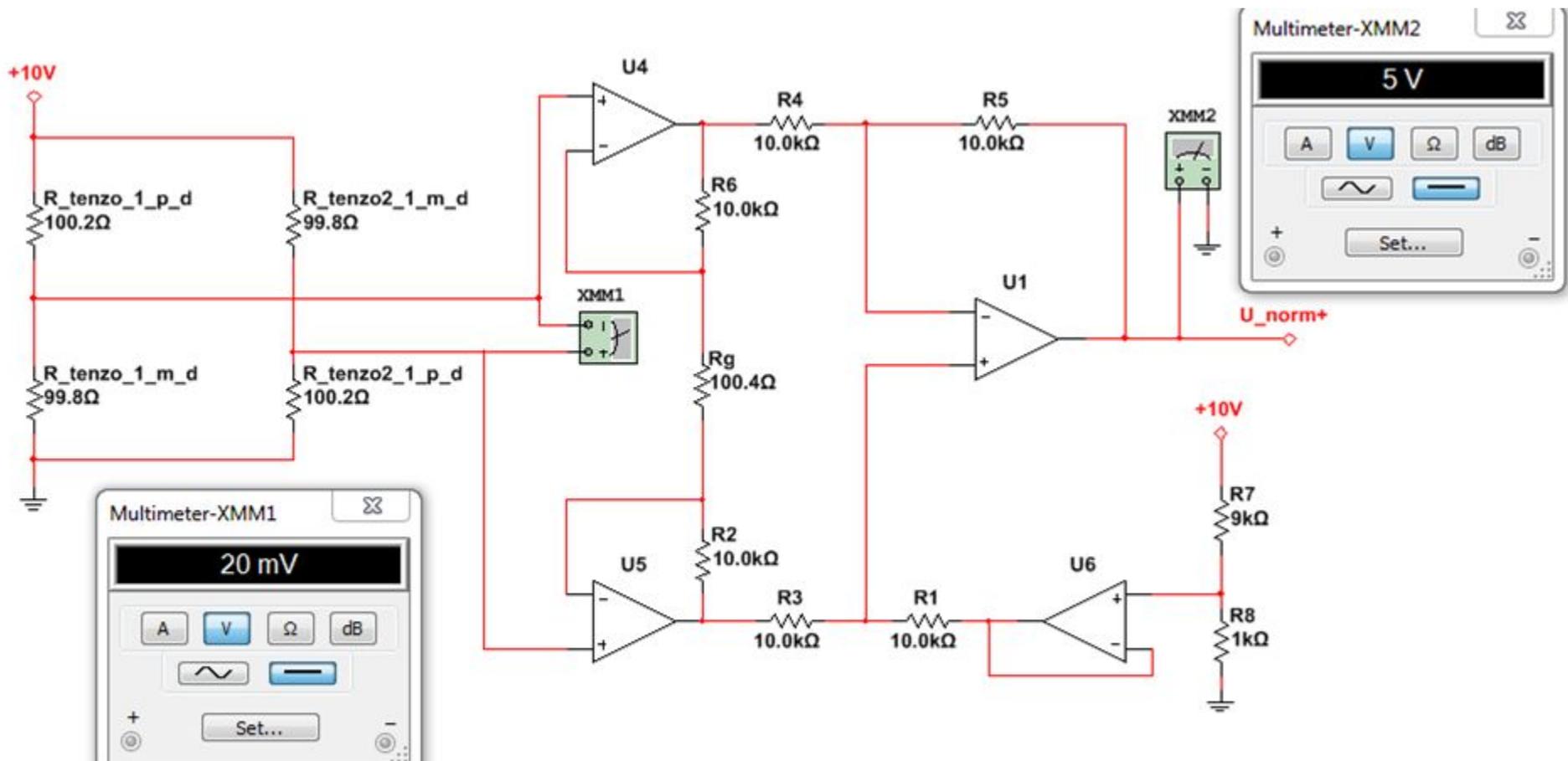


# Схема включения тензодатчиков



Сопротивление тензорезисторов равно начальному сопротивлению 100 Ом (на них не действует сила), на выходе моста напряжение 0 мВ (мост уравновешен), на выходе ИУ напряжение 1 В.

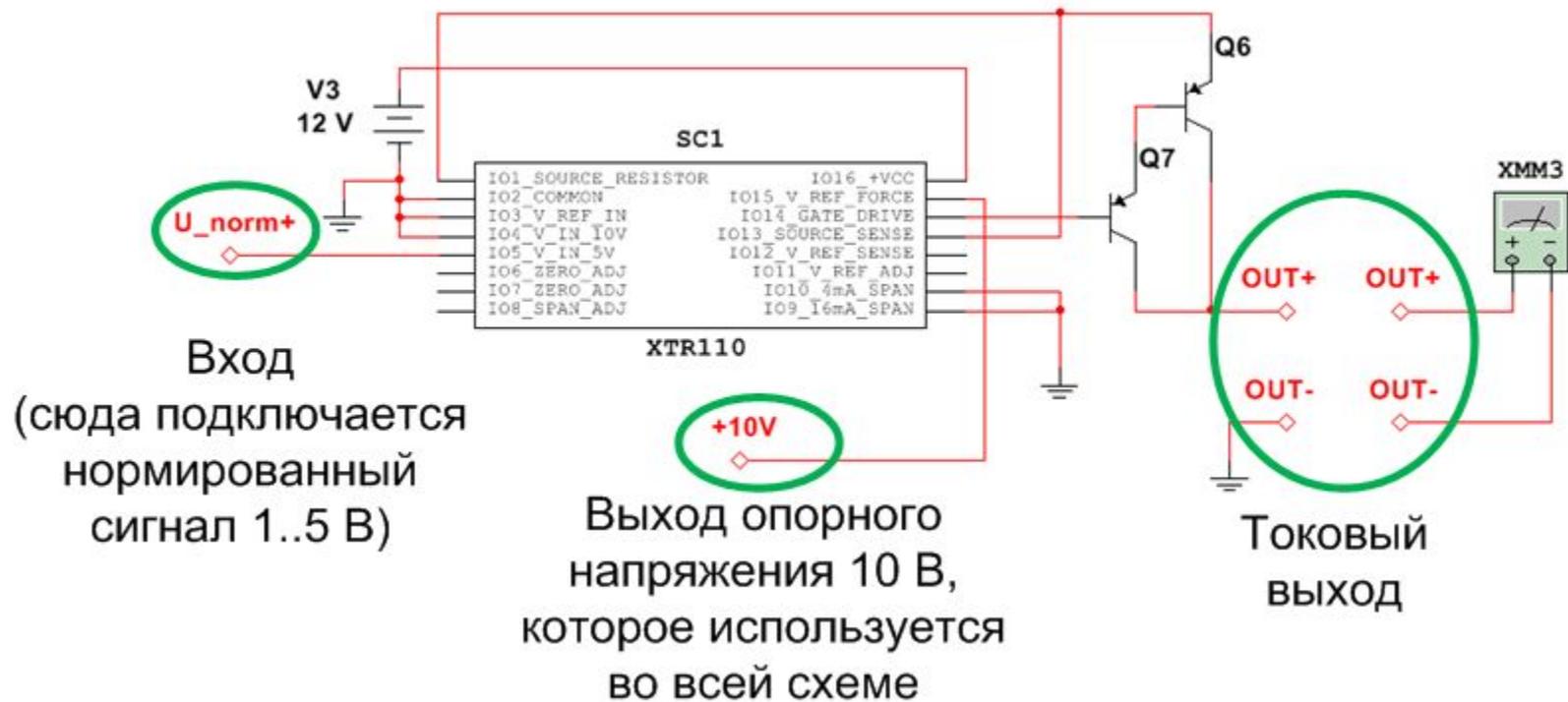
# Схема включения тензодатчиков



Сопротивление тензорезисторов изменено на 0,2% (действие силы 20 кГс), на выходе моста напряжение 20 мВ, на выходе ИУ напряжение 5 В.

# Схема включения тензодатчиков

## Подключение преобразователя напряжение/ток XTR110



# Схема включения тензодатчиков

## Внутренняя схема XTR110

