

# Пристрій для градуювання термопар

Багаєв О. О.

Керівник: Маньковська В.С.

# Актуальність

- \* В автоматизації технологічних процесів дуже часто доводиться знімати покази про температурні зміни, для їх використання в системах управління або з метою подальшої обробки.
- \* Для цього необхідно мати високоточні низько інерційні первинні вимірювальні перетворювачі, які здатні витримувати великі температурні навантаження в визначеному діапазоні вимірювання - термопари.
- \* Проте таким пристроям притаманні недоліки зокрема необхідність градуювання. Тому створення пристрою для градуювання термопар залишається **актуальною** задачею.

# Мета та задачі

- \* Метою роботи є підвищення точності та метрологічної надійності процесу градування термоперетворювачів.

Для досягнення мети сформульовано наступні задачі:

- \* провести літературний пошук;
- \* проаналізувати способи підключення;
- \* визначити методи зменшення впливу недоліків на результати вимірювання;
- \* підтвердити справедливість зроблених припущень, сформулювати задачі подальшого дослідження.

# Об'єкт та предмет дослідження

- \* **Об'єктом** роботи процес градування термопар з метою покращення метрологічних характеристик вимірювальних каналів температури.
- \* **Предметом** роботи є пристрій для градування термопар.

# Основні типи термопар

Таблиця 1.1 – Основні типи термопар та їх характеристики

Тип термопар за МЭК*	Тип термопар за ДСТУ (ГОСТ)	Температурний діапазон °С (довготривало)	Температурний діапазон °С (короткотривало)
K	ТХА (хромель-алюмелеві)	0 до +1100	-180 до +1300
J	ТЖК (залізо-константанові)	0 до +700	-180 до +800
N	ТНН (ніхросил-нісильові)	0 до +1100	-270 до +1300
R	ТПП 13 (платинородій-платинові)	0 до +1600	-50 до +1700
S	ТПП 10 (платинородій-платинові)	0 до 1600	-50 до +1750
B	ТПР (платинородій-платинородієві)	+200 до +1700	0 до +1820
T	ТМКн (мідь-константанові)	-185 до +300	-250 до +400
E	ТХкн (хромель-константанові)	0 до +800	-40 до +900

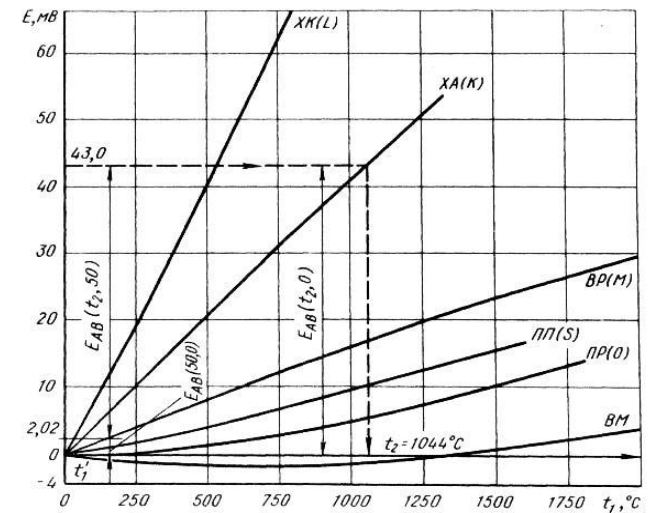
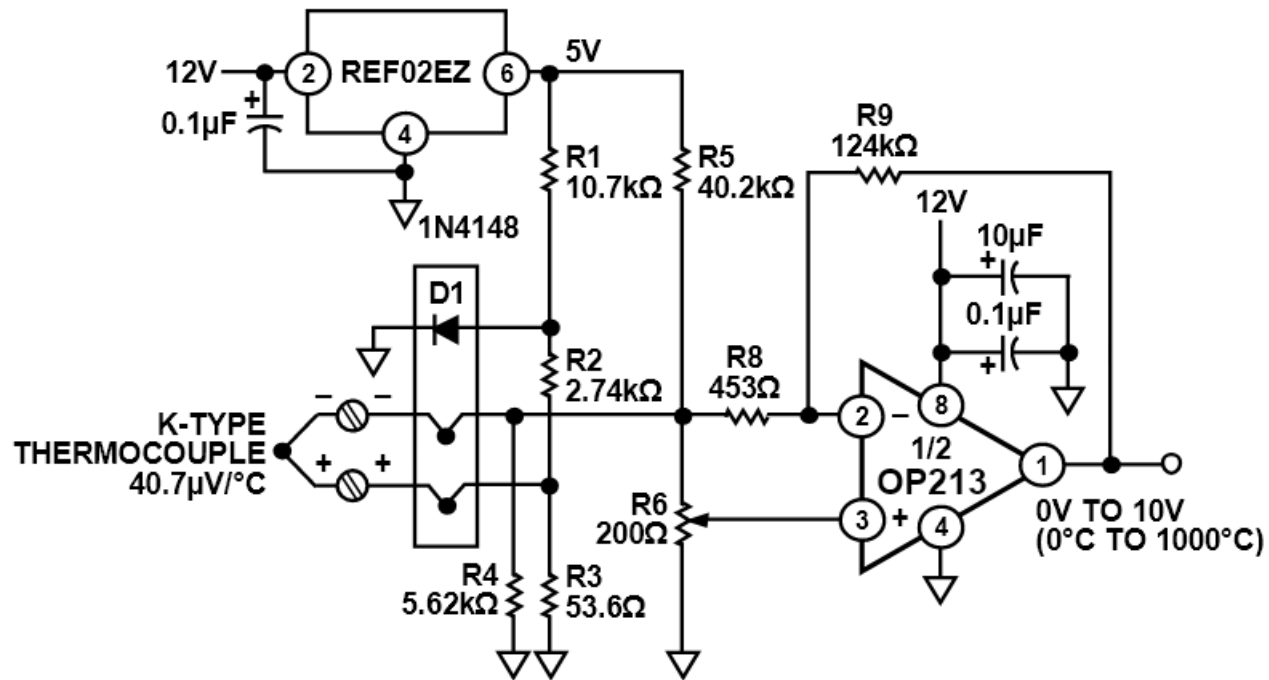
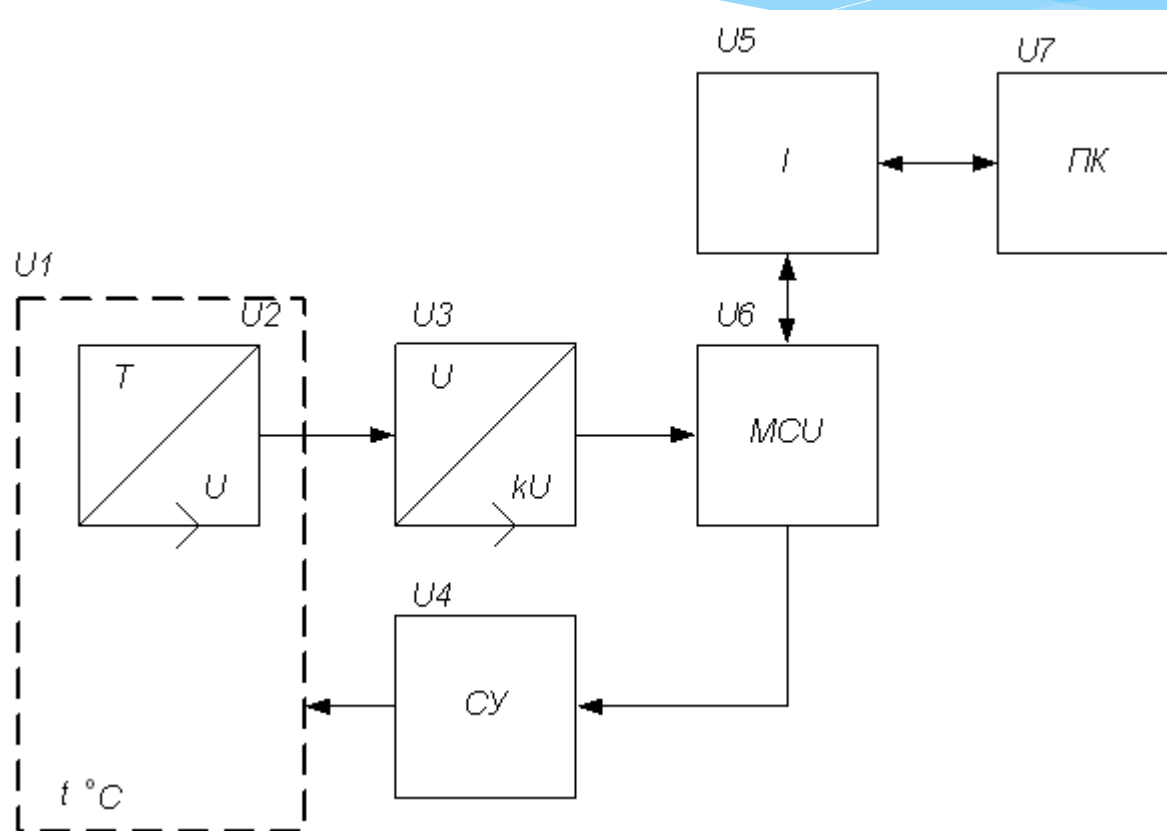


Рисунок 1.1 – Типова градувальна характеристика термопар

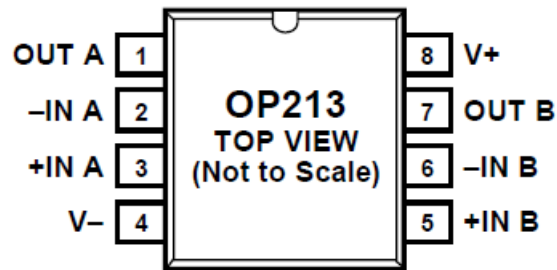
# Типова схема підключення



# Структура пристрою для градування термопар



# Компоненти для використання в вимірювальному каналі температури

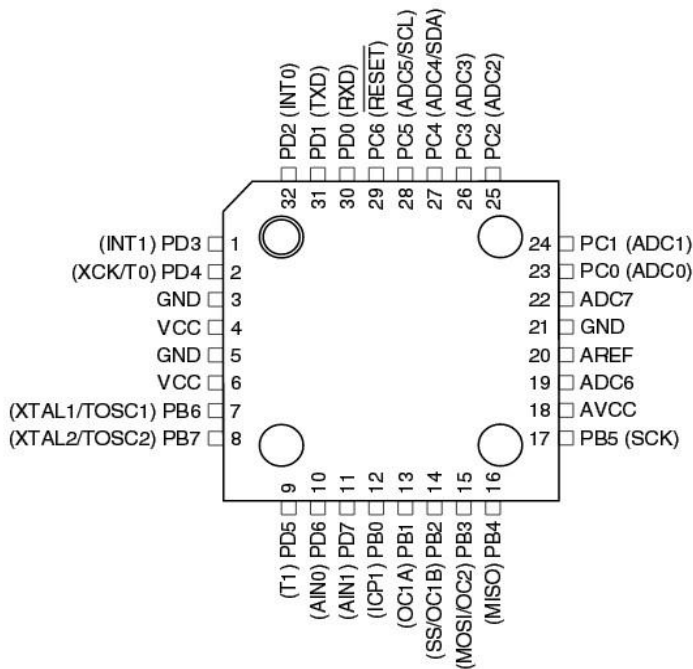


прецизійний підсилювач типу OP213 (Analog Devices) з такими характеристиками:

- діапазон напруги живлення від  $\pm 3$  В до  $\pm 18$  В;
- діапазон вхідної напруги  $\pm 14$  В;
- розмах значення шуму 0,6 мкВ;
- стабільність 1,5 мкВ протягом місяця;
- температурний зсув вихідної напруги  $1,3$  мкВ/°С;
- зсув вихідної напруги 75 мкВ максимум.

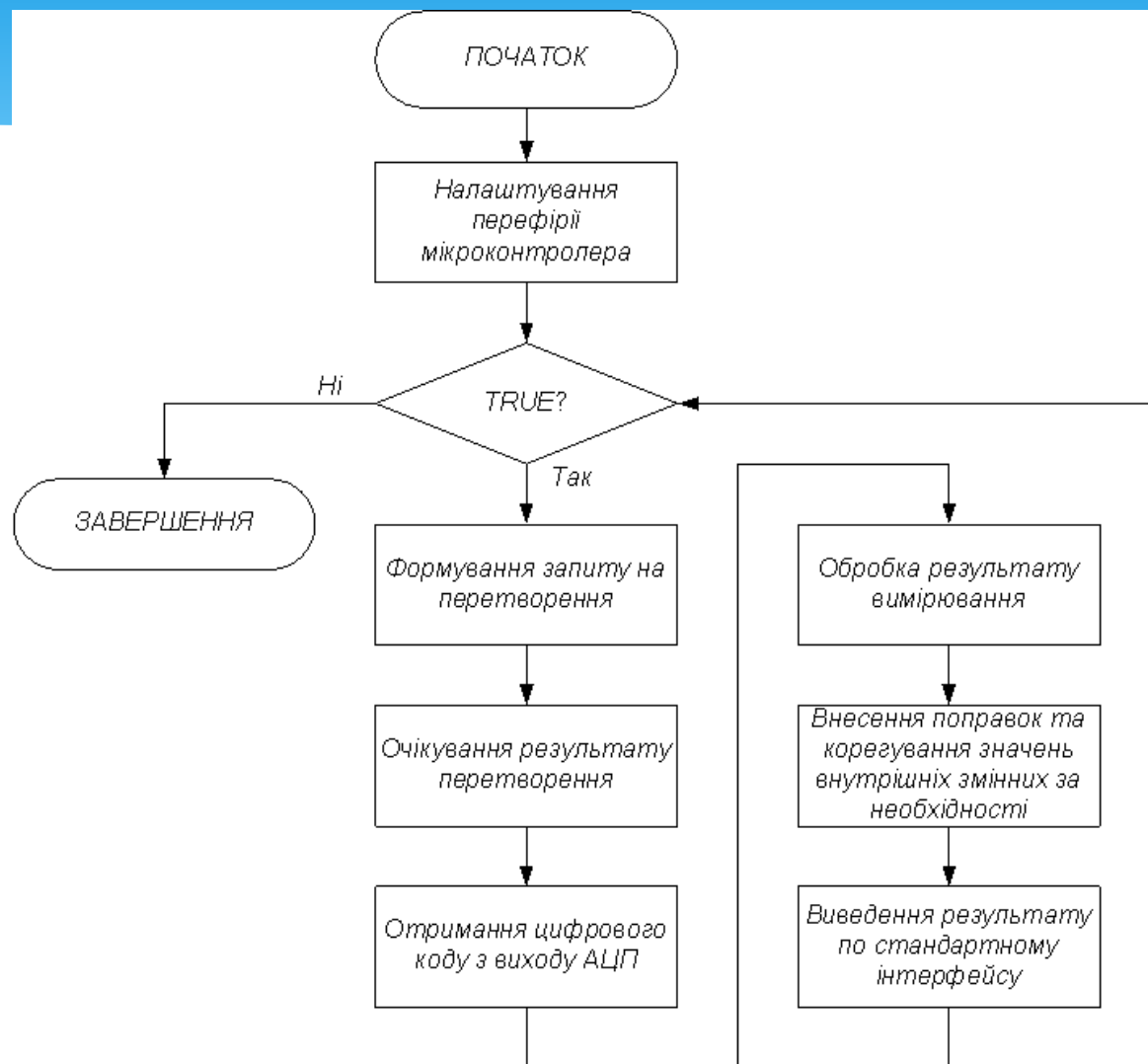


# Компоненти для використання в вимірювальному каналі температури



- ATmega8 від Microchip з такими характеристиками:
- напруга живлення від 2,7 В до 5,5 В;
  - частота тактування від 0 МГц до 8 МГц (16 МГц);
  - споживання струму при: 4 МГц, 3 В, 25 °С – активний режим 3,6 мА;
  - розрядність 8 бітів;
  - вбудований АЦП;
  - розрядність вбудованого АЦП 10 бітів;
  - 8 КБ вбудованої постійно пам'яті;
  - 1 КБ вбудованої оперативної пам'яті;
  - RISC архітектура;
  - до 16000000 інструкцій за один тактовий цикл при 16 МГц;
  - 130 потужних інструкцій.

# Схема роботи програми



# Оцінка основної похибки вимірювання

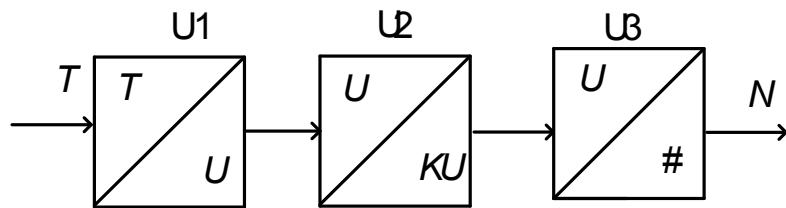


Рисунок 5.1 – Структура вимірювального каналу температури

Максимальне значення похибки термоперетворювача К типу буде складати 0,75 %, що в перерахунку на радуси буде становити в діапазоні від 0 до 1000 °С не більше 2,2 °С.

$$\sigma_1 = 2,2 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

# Оцінка основної похибки вимірювання

$$\left(\frac{\Delta Y}{Y}\right)^2 = \left(\frac{\Delta X_1}{X_1}\right)^2 + \dots + \left(\frac{\Delta X_n}{X_n}\right)^2$$

(5.4)

де  $X_1 \dots X_n$  – номінальні значення;  
 $\Delta X_1 \dots \Delta X_n$  – похибки випадкових величин;  
 $Y$  – номінальне значення вимірювальної величини;  
 $\Delta Y$  – абсолютна похибка вимірювальної величини.

$$\begin{aligned}\sigma_T &= \sqrt{k_1 \times \sigma_1^2 + k_2 \times \sigma_2^2} \\ &= \sqrt{2,2^2 + 0,009^2} \\ &= \sqrt{4,84 + 0,000081} \\ &= 2,2 \text{ (}^\circ\text{C)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\left(\frac{\Delta Y}{Y}\right)^2 &= \left(\frac{4,88 * 10^{-3}}{5,0}\right)^2 + \left(\frac{7,32 * 10^{-3}}{5,0}\right)^2 \\ &+ \left(\frac{2,44 * 10^{-3}}{5,0}\right)^2 = \\ &= 0,95 \cdot 10^{-3} + 2,14 \cdot 10^{-3} + 0,24 \cdot 10^{-3} = 3,33 \cdot 10^{-6}\end{aligned}$$

З відносної похибки знайдемо абсолютне значення похибки АЦП:

$$\begin{aligned}\Delta Y &= 5,0 * \sqrt{3,33 \cdot 10^{-6}} = 0,009 \text{ (В)} \\ \sigma_2 &= 0,009 \text{ (В)}\end{aligned}$$

# ВИСНОВКИ

В роботі для досягнення сформульованої у вступі мети виконані наступні завдання: проведений огляд методів вимірювання температури визначені принципи дії типи термоперетворювачів та їх характеристики; проаналізовані способи підключення до вимірювальних пристроїв; визначені методи впливу на особливостей термоперетворювачів на результати вимірювання.

Розроблена структура пристрою для градування термопар та запропонований варіант алгоритмічного забезпечення. Запропоновані компоненти для використання у складі вимірювального каналу температури. Оцінена основна похибка вимірювання, значення якої не перевищує 2 %, що повністю відповідає завданню на бакалаврську дипломну роботу.



Дякую за увагу