



---

Дипломна робота на тему:

# «ЄМНІСНИЙ ВОЛОГОМІР»

**Науковий керівник:** к.т.н., доц. Возняк О.М.

**Розробив:** ст. гр. МВТ-15сп Швець М.О.

Вінниця-2016

Цілью даної роботи є розробка сучасного пристрою вимірювання вологості, на основі ємнісного методу вимірювання.

Метою даної роботи є дослідження методів та засобів вимірювання вологості на основі ємнісних датчиків, і подальшого використання цієї інформації для подальшої розробки перспективного приладу вимірювання вологості.

Питання вологості є актуальною темою, так як на Землі безупинно відбувається кругообіг води. Вона випаровується з поверхні світових океанів, вологих ґрунтів, листків рослин, легенів і шкіри тварин та людини, а вітри разносять її по всій планеті. Наявність водяної пари в атмосфері Землі зумовлює вологість повітря. Вона постійно впливає на самопочуття людини. Тому так важливий контроль і вимірювання рівня вологості за допомогою спеціального приладу - ємнісного вологоміра.

## Задачі, які вирішуються в даній роботі:

- проведення аналізу сучасних методів і засобів вимірювання вологості;
- проведення техніко-економічне аналізу доцільності розробки ємнісного вологоміра;
- проведення критеріального аналізу структурних схем засобів вимірювання вологості;
- розробка оптимальної та ефективної електрично-принципової схеми, з використанням висновків попереднього аналізу.
- Проведено аналіз метрологічних характеристик розробленої електрично-принципової схеми;
- розробка алгоритму роботи функціональної програми роботи мікроконтролера;
- розроблення функціональної програми для роботи мікроконтролера.

# Ємнісний метод

В якості ємнісного перетворювача широко використовується плоский конденсатор, ємність якого визначається по формулі:

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_0 S}{\delta},$$

де  $\delta$  – відстань між електродами;

$S$  – їх площа;

$\epsilon_d$  – відносна проникність діелектрика;

$\epsilon_0$  – електрична постійна;

Зміна любого з цих параметрів веде до зміни ємності конденсатора.

На рисунку наведена еквівалентна схема послідовного кола з ємнісного давача вологості і чутливого елемента.

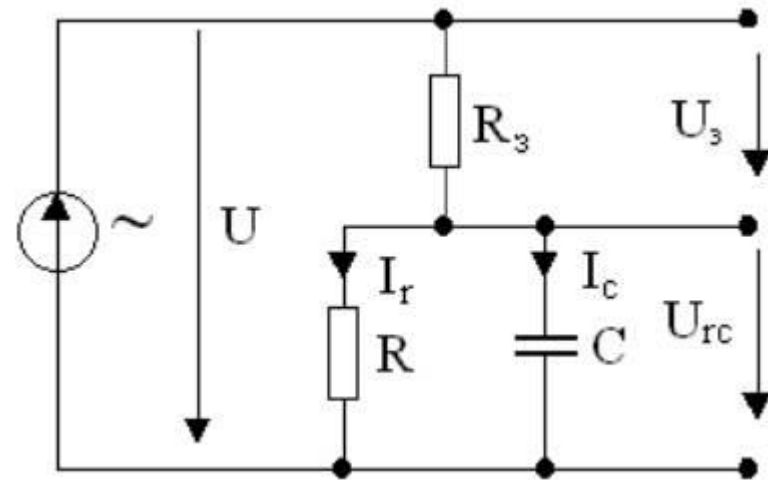
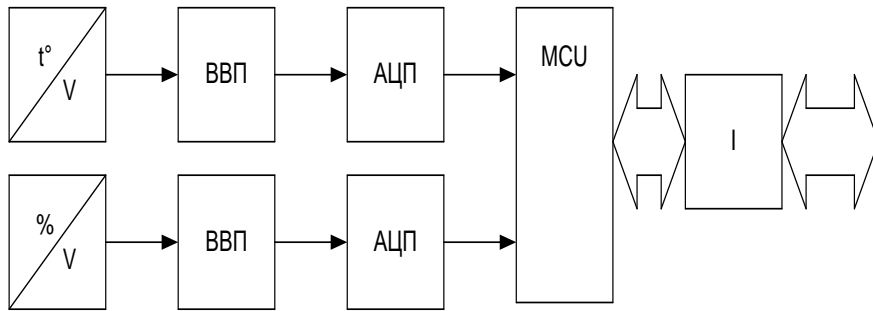
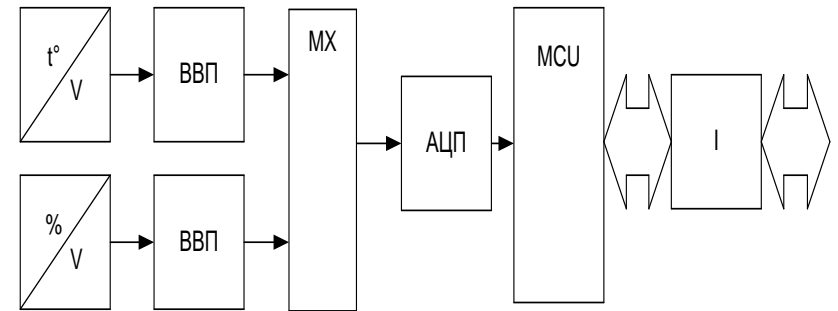


Рис.1

## Перший варіант структурної схеми цифрового вологоміра



## Другий варіант структурної схеми цифрового вологоміра



$t^{\circ}/U$  – первинний перетворювач температури в напругу;

$\%/V$  – первинний вимірювальний перетворювач вологості в напругу;

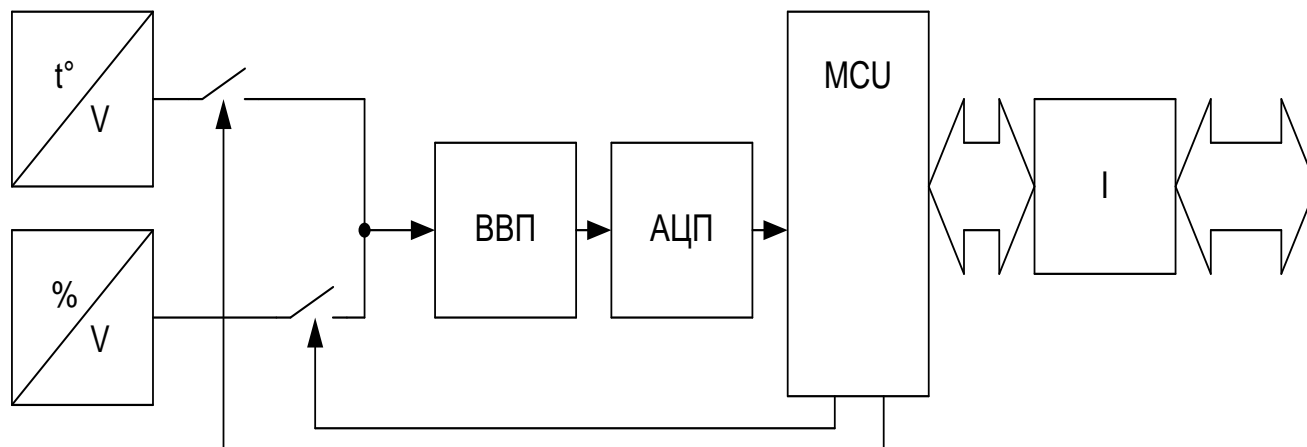
ВВП – вторинний вимірювальний пристрій;

АЦП – аналогового-цифровий перетворювач;

I – інтерфейс;

MCU – мікроконтролер.

# Третій варіант структурної схеми цифрового вологоміра



$t^\circ/V$  – первинний перетворювач температури в напругу;

$\%/V$  – первинний вимірювальний перетворювач вологості в напругу;

ВВП – вторинний вимірювальний пристрій;

АЦП – аналогового-цифровий перетворювач;

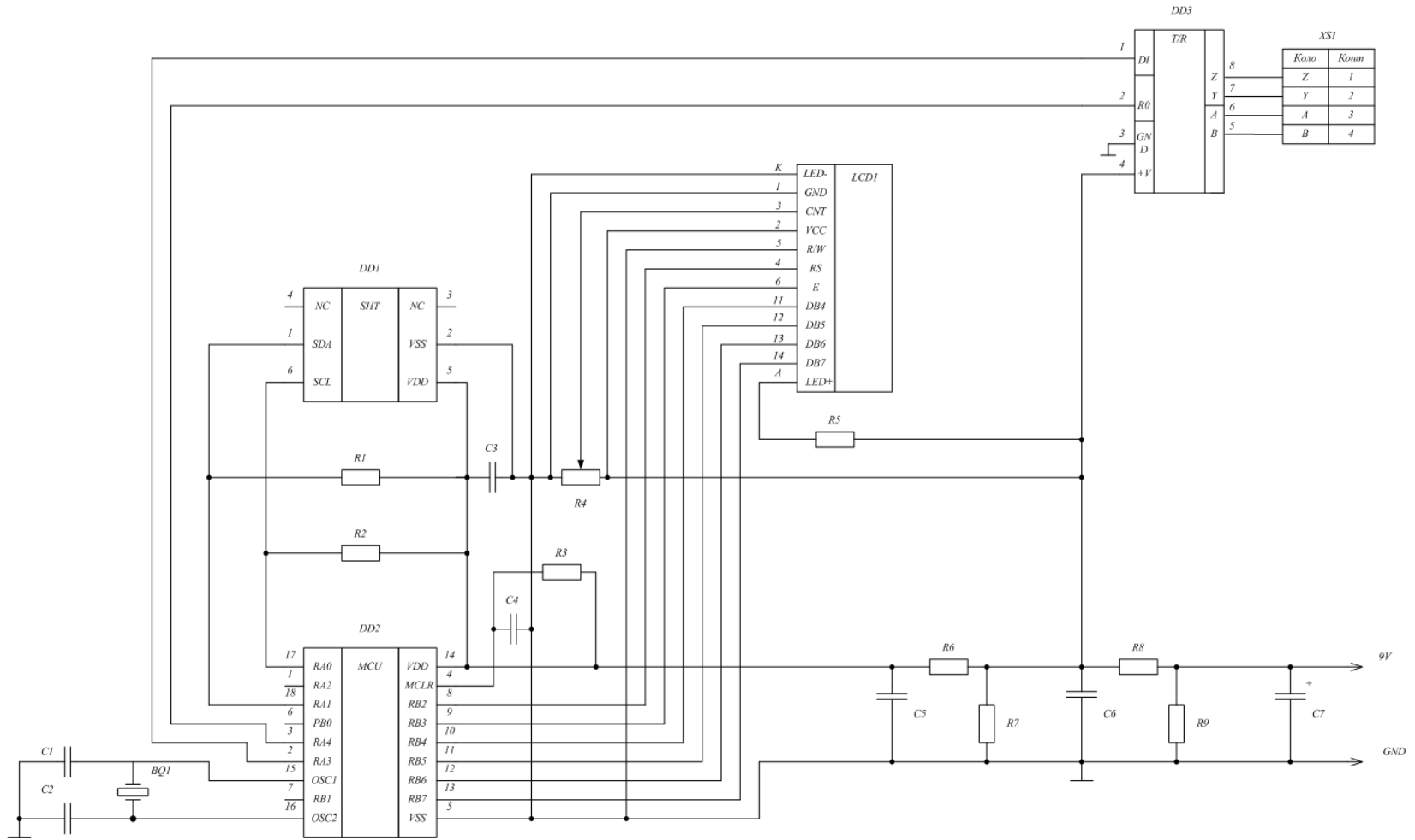
І – чотирьохрозрядний індикатор;

MCU – мікроконтролер.

# Таблиця узагальнених критерій якості

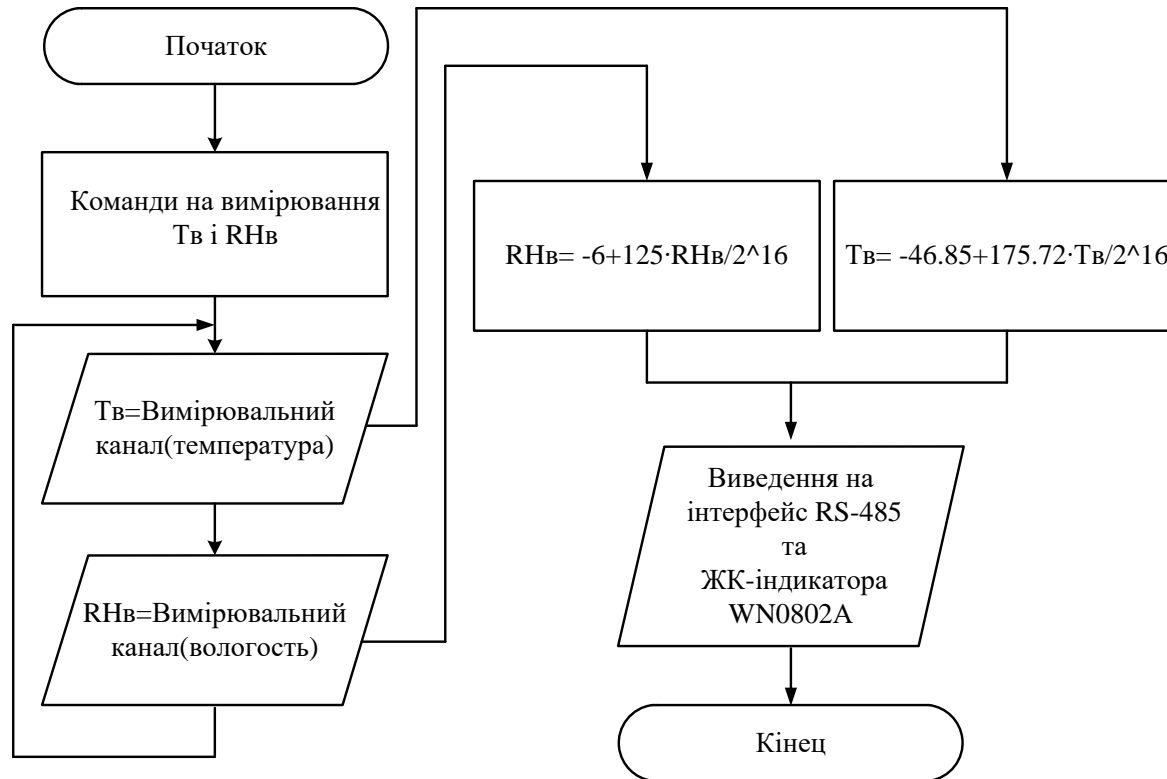
Параметр	Варіант схеми			Ідеальний варіант
	1	2	3	
Швидкодія	1	1	1	1
Надійність	0	0	1	1
Точність	1	1	1	1
Собівартість	1	1	1	1
Завадостійкість	0	0	0	1
Складність	0	0	1	1
Відстань до ОВ	0	0	0	1
Сума	3	3	5	7

# Електрично-принципова схема цифрового вологоміра





# Алгоритмічне забезпечення



# РОЗРАХУНОК ПОХИБКИ ВИМІРЮВАННЯ

Розрахуємо похибку квантування АЦП за такою формулою:

$$q = \frac{U_M}{2^n - 1},$$

де  $n$  - розрядність АЦП  $n=10$ ;

$U_M$  - напруга АЦП;  $U_M = 3,3$  (В),

Підставивши значення, отримаємо:

$$q = \frac{3,3}{2^{10} - 1} = 0,0032258(\text{В})$$

Розрахунок СКВ похибки квантування за такою формулою

$$\sigma_{\text{кв}} = \frac{q}{2\sqrt{3}}$$

Підставивши значення, отримаємо:

$$\sigma_{\text{кв}} = \frac{0,0032258}{3,464} = 0,00093124(\text{В})$$

Розрахунок СКВ похибки датчика за такою формулою:

$$\sigma_{\text{д}} = \frac{\Delta}{\sqrt{3}}$$

Підставивши значення, отримаємо:

$$\sigma_{\text{д}} = \frac{2}{\sqrt{3}} = 1,1547(\%)$$

Розрахунок загального СКВ похибки засобу вимірювання проводять за такою формулою:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_{\text{д}}^2 + \sigma_{\text{кв}}^2}$$

Підставивши значення, отримаємо:

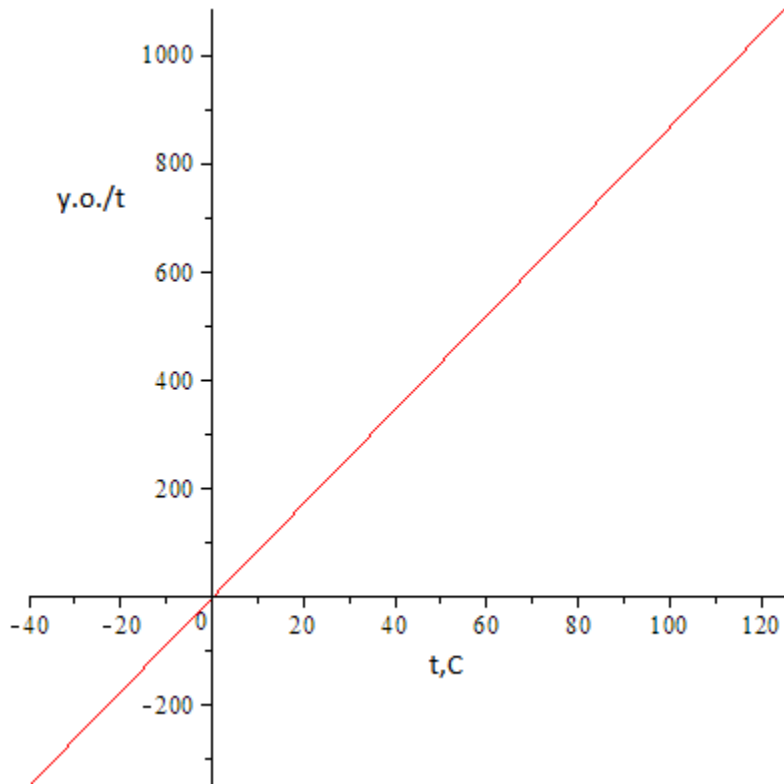
$$\sigma = \sqrt{(1,1547)^2 + (0,00093124)^2} = 1,1547(\%)$$

Абсолютна похибка має наступне значення:

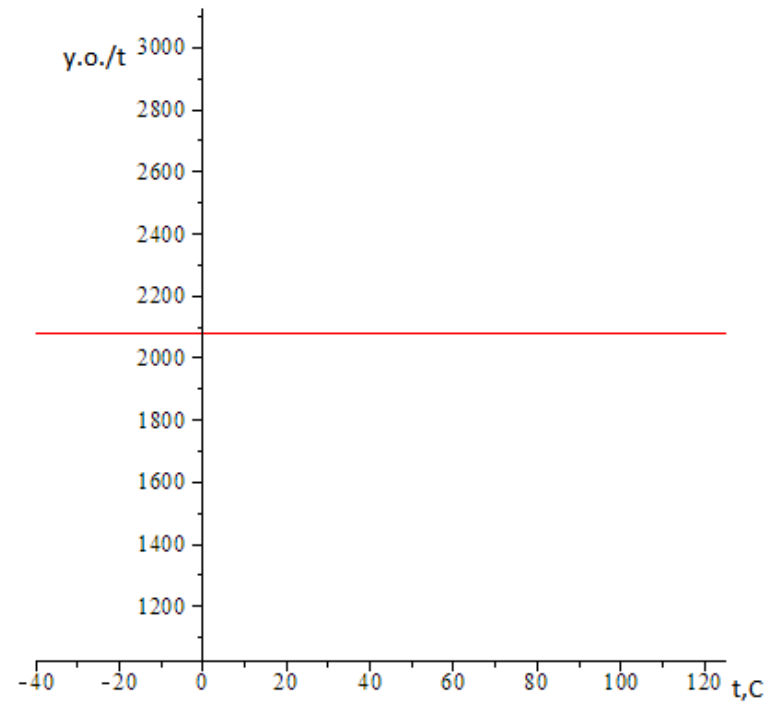
$$\Delta = \sqrt{3} \cdot \sigma \quad \Delta = \sqrt{3} \cdot 1,1547 = 1,9999(\%)$$

# Канал вимірювання температури

## Мультиплікативна похибка

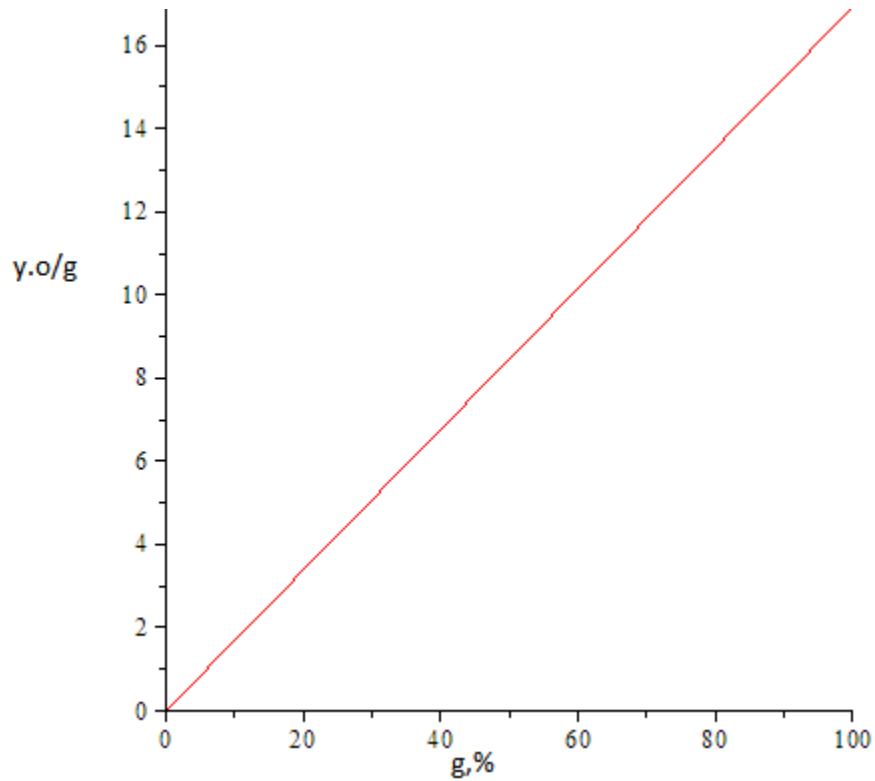


## Адитивна похибка

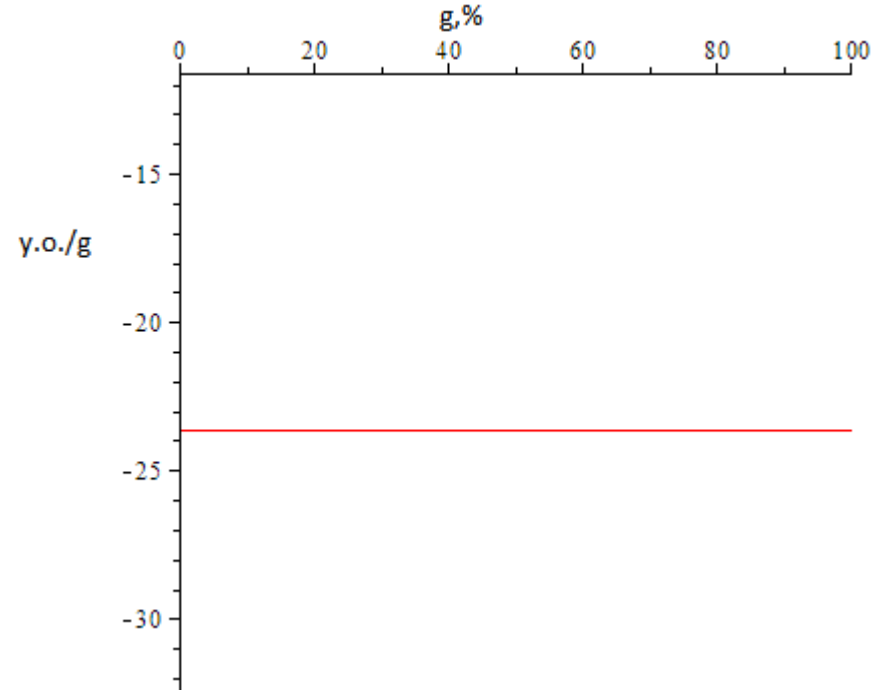


# Канал вимірювання вологості

Мультиплікативна похибка



Адитивна похибка



# Висновки

При проведенні аналізу існуючих методів вимірювання вологості було розглянуто переваги та недоліки різних методів вимірювання вологості та обрано ємнісний метод, як самий оптимальний.

Під час вибіру структурної схеми із трьох представлених варіантів було використано третій варіант схеми. Такий висновок був отриманий в результаті критеріального аналізу всіх варіантів схем.

В розробці електричної принципової схеми використовувались сучасна елементна база. В основі цієї схеми використовувались Датчик SHT-21, мікроконтролер PIC 16F628A, інтерфейс RS-485, індикатор WN0802A, а також конденсатори, резистори та кварцовий резонатор.

Написання програми засновувалося на алгоритмі роботи приладу. Для безпосереднього написання використовувалась мова програмування Ladder Diagram.

Аналіз метрологічних характеристик включав у себе знаходження похибки квантування, середньоквадратичного відхилення похибки квантування, похибки датчика, абсолютної похибки та загального середньоквадратичне відхилення приладу. Також знайдено чутливість, адитивна та мультиплікативна похибка каналу температури та вологості.