



**«Концепція розрахунковості константи  
чотириелектродної кондуктометричної комірки  
змінного струму»  
(Розробка та реалізація)**

шифр теми “Диполь 3”

строк виконання 01.2024 – 12.2028

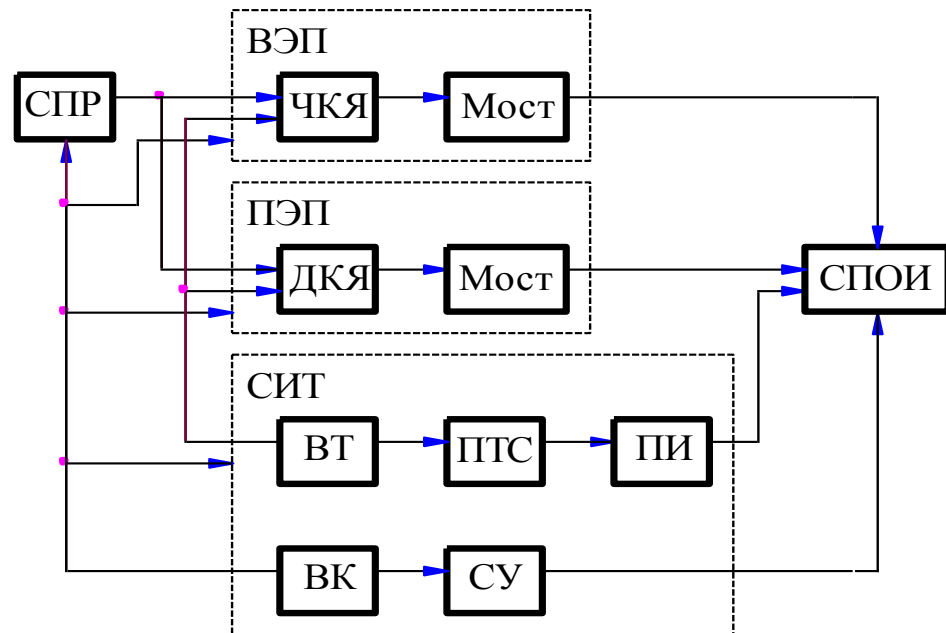
***Міхаль О.О.***

***ст.н.с., д.т.н., пров.н.с. відділу №5  
Інституту електродинаміки НАНУ.***

# Державний еталон одиниці ЕП



## Структурна схема еталона

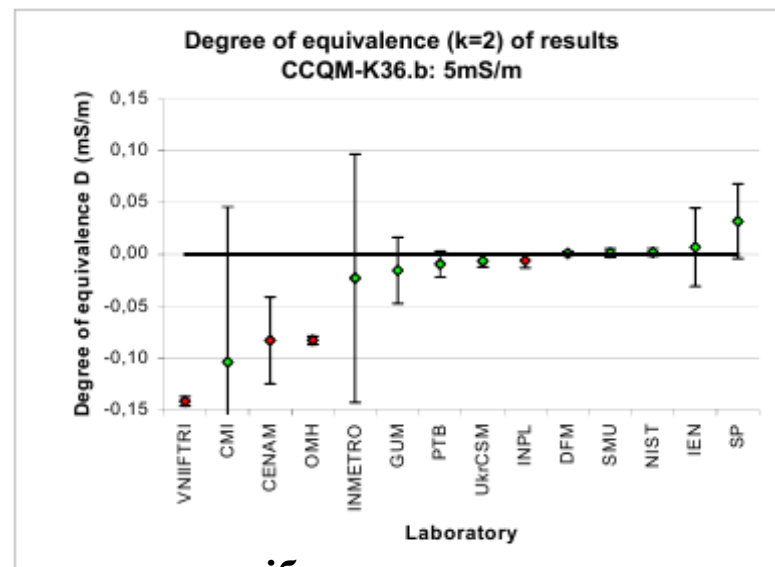
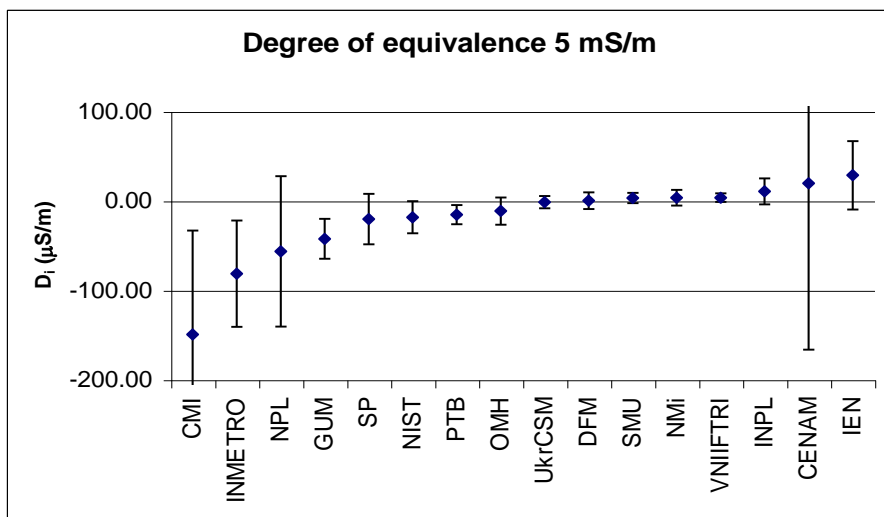


# Проблема. Результати міжнародних звірянь EUROMET

Чотириелектродна комірка із розрахунковою константою

CCQM P-47 2001

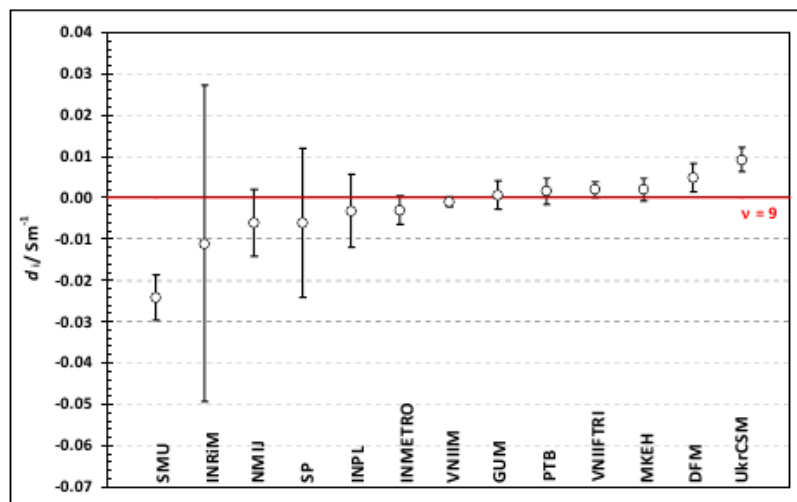
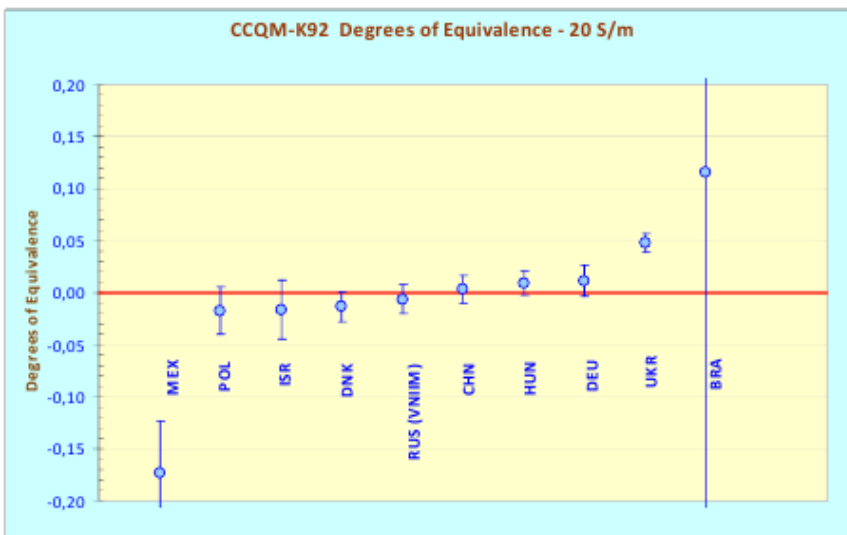
CCQM K-36 2005



Двоелектродна комірка із константою, що калібрується

CCQM K-92 2013

CCQM K-105 2018



Seawater sample at 25 °C. Estimator: weighted mean.

# Мета та напрямки досліджень

**Мета:** відновлення можливості відтворення одиниці електролітичної провідності розчинів електролітів на базі чотириелектродної кондуктометричної комірки змінного струму із розрахунковою константою за допомогою стандартних засобів вимірювання.

## 1. Розробка моделей та обчислення поправок до ідеалізованої моделі константи комірки

1.1. На основі ланцюгово-польової задачі розробити математичну модель для дослідження впливу на ефективний діаметр трубки нелінійності силових ліній поля, зумовлених осьовим зміщенням.

1.2. На основі ланцюгово-польової задачі розробити математичну модель для визначення опору чотирьох електродної кондуктометричної комірки та оцінки методичної похибки, що враховує вплив геометрії потенційних електродів на еквівалентну відстань (константу комірки) між потенційними електродами.

1.3. Розробити математичні моделі поправок до константи кондуктометричних еталонних комірок з метою зменшення невизначеності.

1.4. Розробити емулятор чотириелектродної кондуктометричної комірки для досліджень впливу ширини потенційних електродів на константу комірки.

## 2. Дослідження метрологічних характеристик засобів вимірювання інформативних параметрів несиметричних чотириполюсних імпедансів

2.1. Дослідити електричну модель комірки, зокрема: уточнити структуру, характер та співвідношення між активною і реактивною складовими імпедансів чотириполюсної багатоелементної електричної схеми заміщення кондуктометричної комірки.

2.2. Розробити емулятор чотириелектродної кондуктометричної комірки змінного струму для проведення експериментальних досліджень засобів вимірювання.

2.3. Провести дослідження метрологічних характеристик диференційного підсилювача на вплив 100% по модулю завади у вигляді імпедансу, що має тангенс фазового кута близький до одиниці.

# Наукова проблема та основні фактори впливу на точність прецизійних вимірювань

Багато факторів впливу та протиріччя при оцінці невизначеності  $U_B$

за критерієм складність системи  $\Rightarrow n \rightarrow \infty$   
за критерієм точність  $\Rightarrow n \rightarrow 0$

$$U_B = \gamma \sqrt{\sum_{j=1}^n C_j \left( \frac{\partial f(w_j)}{\partial w_j} U(w_j) \right)^2} = \Phi[A(x), \delta(x) - \delta_C]$$

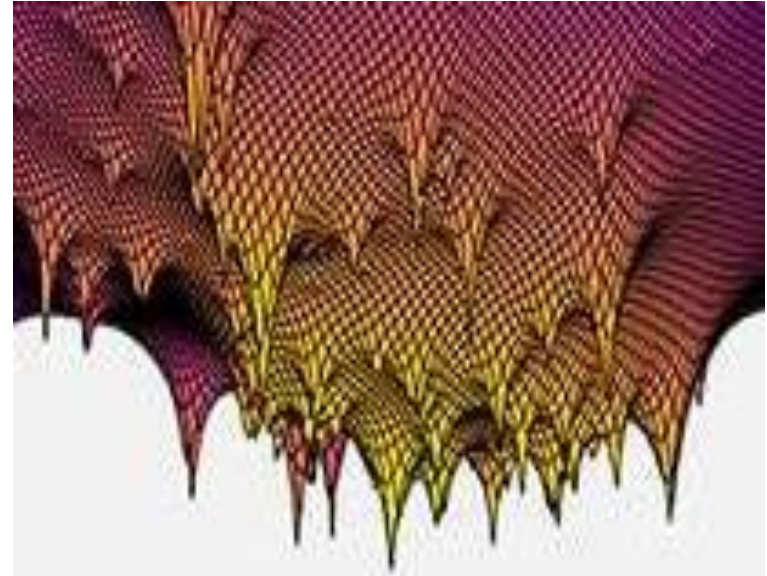
$$y = f(x_i, w_j)$$

Вихід - теоретичні дослідження похибок та обчислення поправки  $\delta_C$

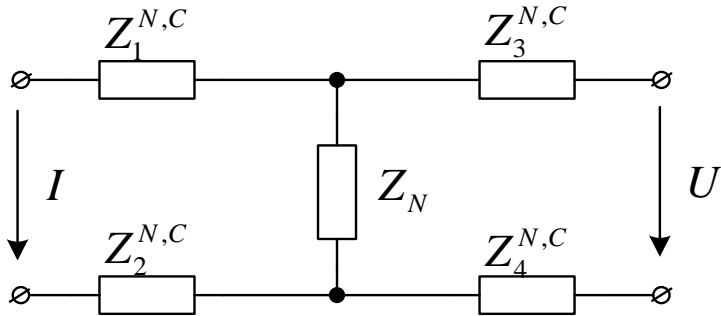
**Головними факторами впливу є:**

1. Нерівномірність силових ліній поля в комірці від неідеальності профілю поверхні, що зумовлені зміною:
  - ефективного діаметру;
  - ефективної довжини;
  - взаємного положення трубок.
2. Ефективність придушення неінформативних параметрів чотири полюсної еквівалентної схеми заміщення комірки із складною фазовою характеристикою

3D модель функціонала  $\Phi(A, \delta)$ .  
Невизначеність, як цільова функція  $n$ -мірного простору факторів впливу.

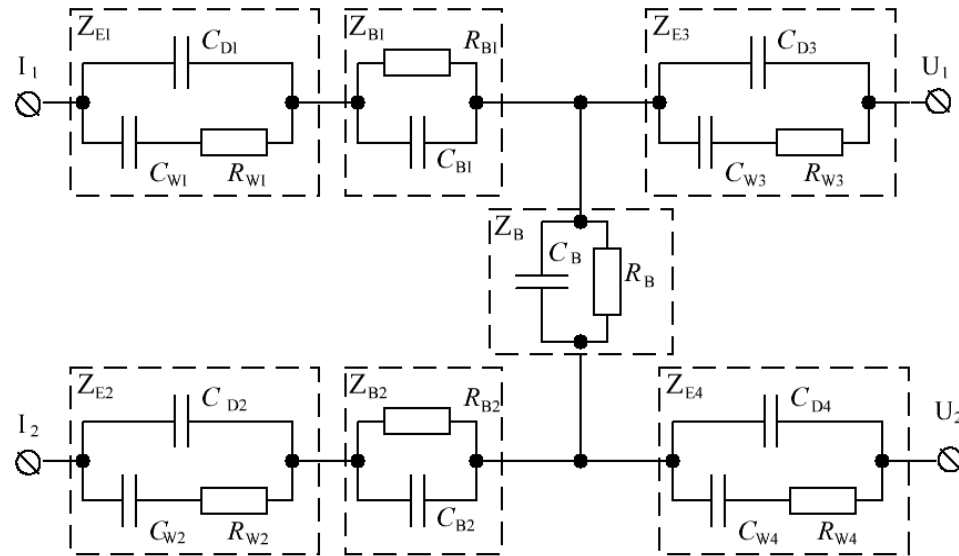


# Аналіз моделі чотириелектродної комірки та дослідження метрологічних характеристик ЗВ

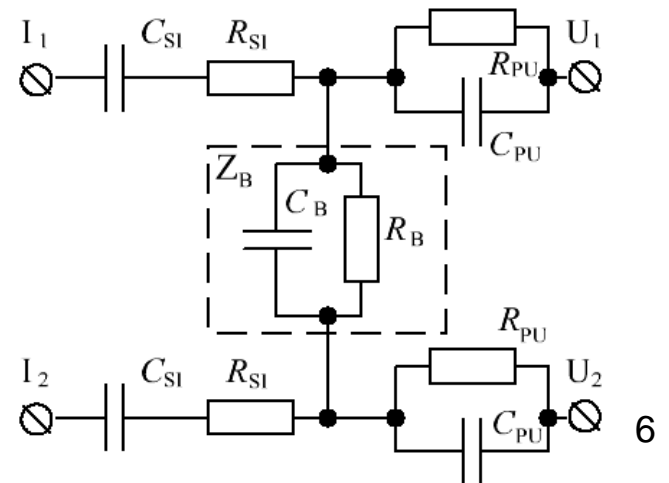
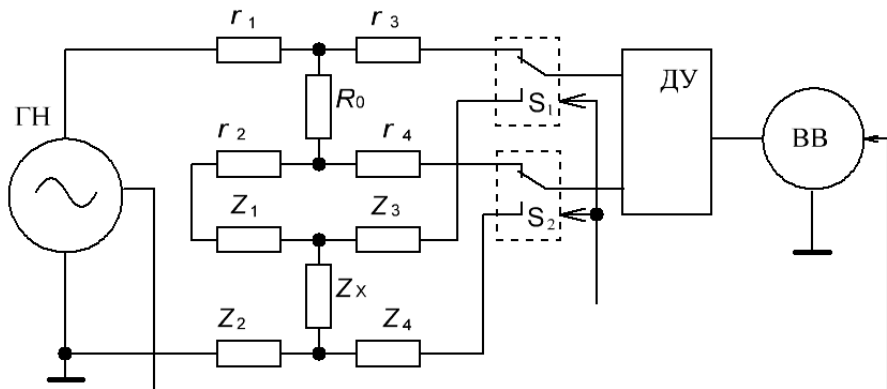


## ЗАДАЧІ

1. S/P, Вид схеми заміщення  $Z_i$
2. R/C, Діапазон варіації кожного параметра
3.  $\text{tg}\varphi$ , Діапазон варіації



## Дослідження метрологічних характеристик ДУ



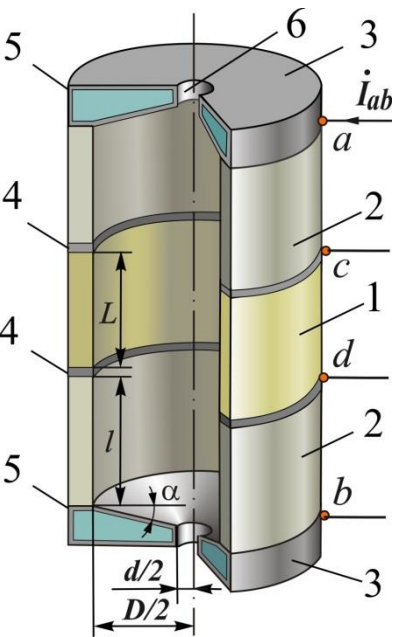


# Фактори впливу та оцінка похибки вимірювання стовпа рідини

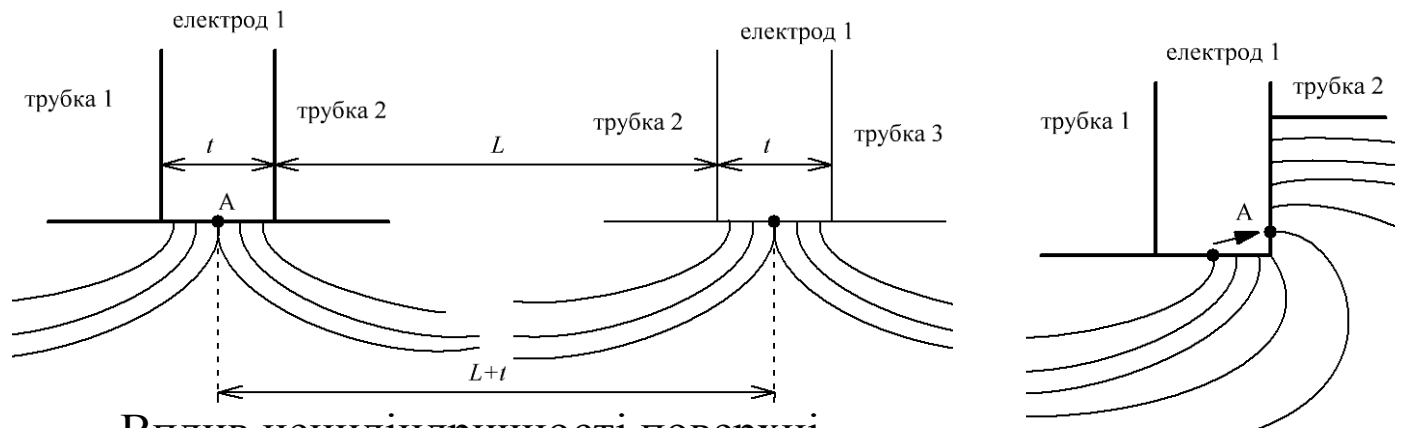
Фактори впливу на похибку:  $\delta = f(L, l, D, d, h, t, \alpha, \gamma)$

Оцінка функції  $f$  на основі вирішення ланцюгово-польової задачі

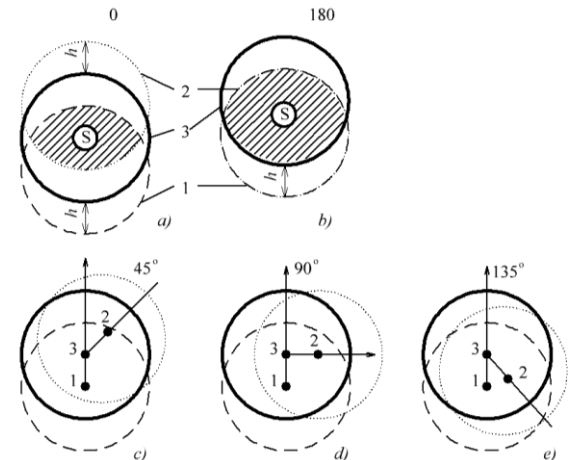
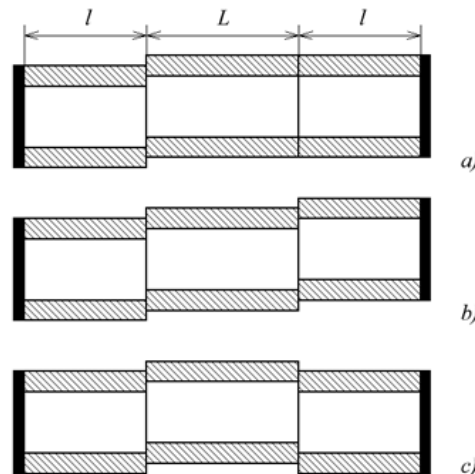
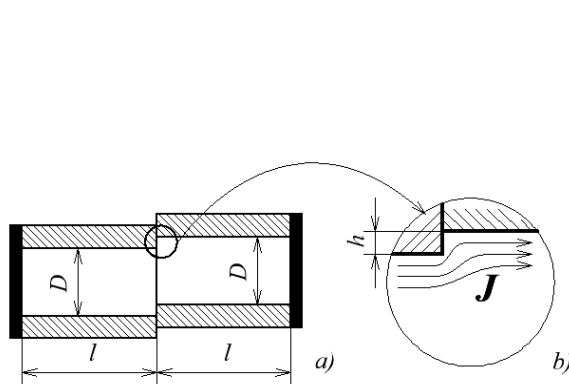
Конструкція комірки



Вплив положення особливої точки



Вплив нециліндричності поверхні



**"Розвиток принципів побудови чотириелектродної  
кондуктометричної комірки змінного струму із  
розрахунковою константою"**

шифр теми "Диполь 3"

строк виконання 01.2024 – 12.2028

***Міхаль О.О.***

***проф.н.с., д.т.н., ст.н.с. відділу №5  
Інституту електродинаміки НАНУ.***