

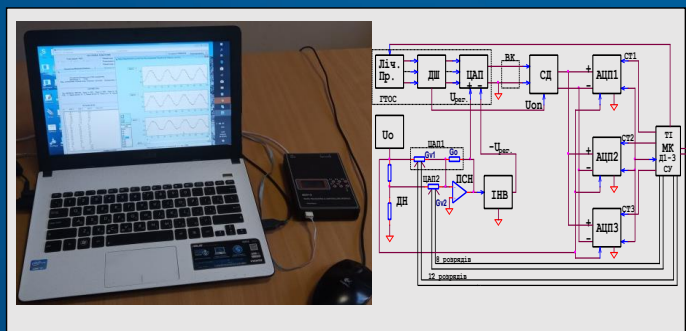
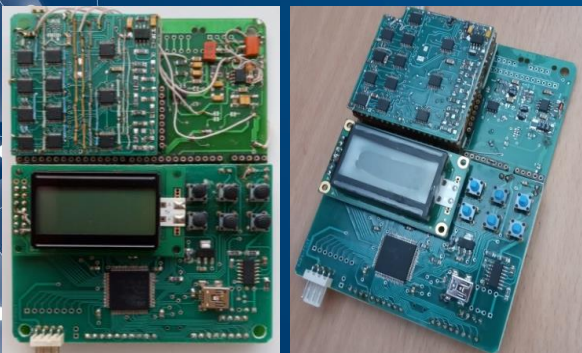
## Найбільш вагомі результати досліджень за напрямом Інформаційно-вимірювальні системи і метрологічне забезпечення в електроенергетиці

Дослідження за цим науковим напрямом були пов'язані зі створенням теоретичних засад прецизійного вимірювання та відтворення змінних струмів і напруг, визначення параметрів комплексних опорів та неелектричних фізичних величин з використанням імпедансних сенсорів. Продовжено розроблення нових методів та принципів побудови засобів електричних вимірювань із розширеними функціями, широким діапазоном робочих частот, підвищеною точністю, завадостійкістю та швидкодією, а також розроблення нових методів і засобів перенесення представлення одиниць фізичних величин від постійної до змінної напруги. Науковці інституту займалися також створенням теоретичних основ відтворення швидкоплинних процесів на основі застосування сплайн-інтерполяції калібрувальних цифрових та аналогових сигналів, розробленням нових алгоритмів підвищення точності відтворення електричних величин на основі імплементації структур цифрової обробки даних і автоматизації процесів калібрування. Отримані результати є основою для прикладних розробок і налагодження промислового випуску уніфікованих засобів оперативного контролю й сучасного метрологічного обладнання для електроенергетичної та інших галузей.

У наступному році дослідження в цьому напрямі будуть спрямовані на розвиток теорії та принципів побудови інформаційно-вимірювальних систем для багатопараметрового контролю потужного енергетичного устаткування, на розв'язання метрологічних проблем, що обмежують підвищення точності прецизійних робочих та еталонних засобів відтворення та вимірювань активних електричних величин і параметрів електричної енергії, на розширення діапазону робочих частот і підвищення точності приладів вимірювань комплексних опорів. На комп'ютерних та фізичних моделях складових частин інформаційно-вимірювальних апаратно-програмних комплексів будуть проведені теоретичні та експериментальні метрологічні дослідження нових методів забезпечення завадостійкості, зменшення випадкових та корекції систематичних похибок під час перетворення інформативних фізичних величин.

Обґрунтовано шляхи реалізації уніфікованих прецизійних базових засобів вимірювання параметрів імпедансу з широким діапазоном робочих частот, підвищеною чутливістю та лінійністю функції перетворення, високою завадостійкістю і швидкодією. Розроблено та виготовлено експериментальний зразок базового модуля апаратури прецизійного широкосмугового аналізатора імпедансу з необхідним внутрішнім та системним програмним забезпеченням (В.Г. Мельник, П.І. Борцов, В.К. Бєляєв, О.Д. Василенко, О.Л. Ламеко).

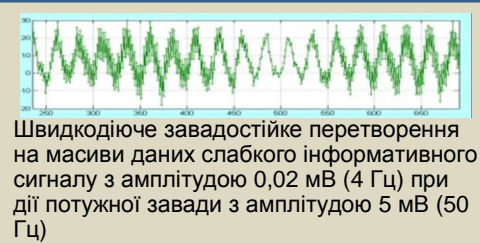
Діючі зразки модуля МХР-6 з одноканальним і двоканальним (двофазним) генератором тестових та опорних сигналів



Апаратний модуль уніфікованого імпедансометричного комплексу і його структура, призначений для досліджень нових методів вимірювань.

Створений базовий вимірювальний модуль призначений для реалізації приладів і систем для визначення будь-яких параметрів імпедансу. **Вперше в світі в діапазоні частот 0...1 МГц досягнуті: відносна розрізнявальна здатність, приведені випадкова похибка і похибка нелінійності не гірше 0,001%, похибки за тангенсом фазового кута  $10^{-5}$ (1кГц),  $10^{-3}$  (1МГц).**

Розроблено необхідні методи вимірювань для здійснення моніторингу статичних та динамічних механічних параметрів потужних електрогенераторів та автоматичного визначення дефектів, виготовлено діючі зразки сенсорів з вторинними перетворювачами та необхідне програмне забезпечення складових частин апаратно-програмного комплексу. Для побудови автоматизованої багатоканальної системи контролю параметрів електроенергії виготовлено макет калібрувальника відтворення параметрів електричної мережі у широкому динамічному і частотному діапазонах (А.С. Левицький, Є.О. Зайцев, П.І. Борщов, Р.О. Мазманян, Б.А. Кромпляс, Ю.О. Масюренко, Ю.Ф. Тесик, О.Л.Карасинський)

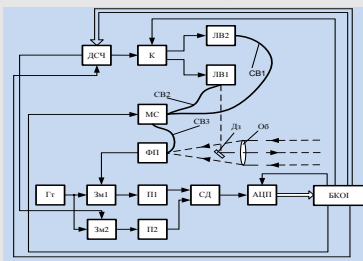


Реалізація нового методу прецизійного вимірювання різниці фаз сигналів промислової частоти, який базується на обробці масивів даних перетворення в АЦП, що зміщують в часі на кілька інтервалів дискретизації. Адитивна похибка знижена до рівня 0,0005°.

Алгоритм обробки даних:

$$\varphi_x = \arctg[\operatorname{tg}(\Delta \cdot T_A \cdot \omega) \cdot \frac{B_1(n) - B_2(n)}{B_1(n) + B_2(n)}]$$

Метод вимірювання фазових зсувів у високоточних оптоелектронних системах контролю параметрів рухомих об'єктів. В новій структурі приладу підвищено швидкодію шляхом модуляції світла



**Вимірювач щитовий напруги змінного струму**

Діапазон вимірювань 0...500 В  
Зведена похибка ±0,5%

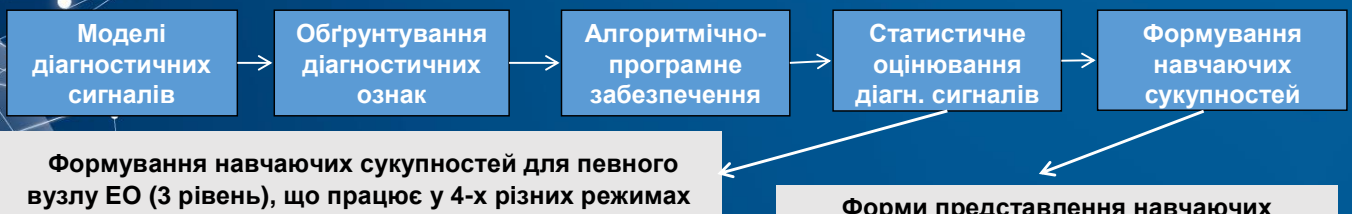
**Макет джерела напруги і струму для повірки вимірювального обладнання**



Фазовий струм: 0,005...120 А, похибка ± 0,05%;  
коєфіцієнт нелінійних спотворень сигналів: 0,1%;  
діапазон частот: 40 – 5000 Гц ±0,05 Гц;  
діапазон кутів зсуву фаз між струмами і напругами: 0 ±180° ±0,1°, нестабільність 0,1 %/хв.;  
фазова напруга: 1-1000 В.

Розроблено інформаційне забезпечення процесу формування навчаючих сукупностей за діагностичними ознаками технічного стану вузлів і агрегатів енергетичного обладнання. Основні елементи цього забезпечення надали можливість створення системи діагностики електротехнічного обладнання, яка може працювати у середовищі Smart Grid технологій (М.В. Мислович, В.М. Зварич, Ю.І. Гижко).

**Структура інформаційного забезпечення для багаторівневої системи діагностики ЕО**



Формування навчаючих сукупностей для певного вузлу ЕО (3 рівень), що працює у 4-х різних режимах

Елементи вектору-рядку, що враховує режими роботи ЕО  
 $\omega_{11}, \omega_{12}, \omega_{13}, \omega_{14} \in \omega_1$      $\omega_{kn}$  - кількісні оцінки діагностичних ознак

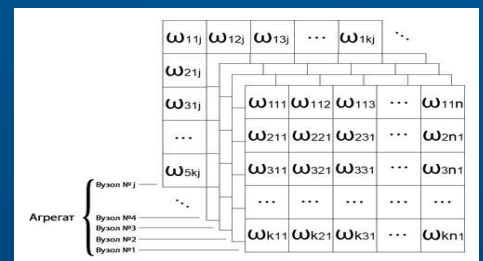
Матриця підмножин діагностичних ознак, що враховують одночасно можливі дефекти і режими роботи ЕО

$$\Omega = \begin{pmatrix} \omega_{11} & \omega_{12} & \dots & \omega_{1n} \\ \omega_{21} & \omega_{22} & \dots & \omega_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \omega_{k1} & \omega_{k2} & \dots & \omega_{kn} \end{pmatrix}$$

Дефекти

$\omega_{11}$	$\omega_{12}$	$\omega_{13}$	...	$\omega_{1n}$
$\omega_{21}$	$\omega_{22}$	$\omega_{23}$	...	$\omega_{2n}$
$\omega_{31}$	$\omega_{32}$	$\omega_{33}$	...	$\omega_{3n}$
...	...	...	...	...
$\omega_{k1}$	$\omega_{k2}$	$\omega_{k3}$	...	$\omega_{kn}$

Навчаюча сукупність у плоскій формі (2D) для одного вузлу ЕО.  
3 рівень



Навчаюча сукупність в об'ємній формі (3D) для декількох вузлів електротехнічного агрегату.  
2 рівень

Режими