

**Система вимірювання і дослідження електричних параметрів в елементах енергозберігаючих перетворювачів енергії.**

**Система измерения и исследования электрических параметров в элементах электросберегающих преобразователей энергии.**

**System for measurement and study of electrical parameters in energy saving electrical converters.**

- 1. Номер державної реєстрації теми – 0111U000203, НТУУ "КПІ" - 2456-п.**
- 2. Науковий керівник -** д.т.н., проф. Туз Ю.М., Туз Ю.М, Tuz Yulian M.
- 3. Суть розробки, основні результати.**

**(укр.)**

Перетворювачі електричної енергії з відновлюваних джерел енергії передбачають проміжне перетворення на більш високу частоту з оберненим перетворенням в постійну напругу або напругу заданої частоти більш високої якості. Досягнення максимального коефіцієнту корисної дії (ККД), мінімізація ваги, габаритів та вартості неможливо без вимірювання електричних параметрів складових перетворювачів, серед яких найважливішим є активна потужність. Розроблена система дозволяє вимірювати напруги, струми, активну, реактивну, повну потужність, коефіцієнт потужності в широкому діапазоні частот при спотворених формах сигналів і малих коефіцієнтах потужності. Розширення частотного діапазону при вимірюванні прохідної потужності досягається переходом на вимірювання середньоквадратичних значень напруги у вхідних колах ватметра, завдяки чому вплив фазових зсувів мінімізується. Запропоновані схемно-алгоритмічні рішення дозволяють виключити похибку від власного споживання у вхідних колах, що в свою чергу дозволило оптимізувати їх і розширити частотний діапазон. Результат вимірювання спотворюється шляхом складання і розв'язання системи рівнянь з накладанням умов інваріантності щодо квадратів напруги і струму та похибки від власного споживання. Швидкодія досягається застосуванням запатентованих лінійних перетворювачів середньоквадратичних значень напруги з подальшою програмною корекцією.

**(рос.)**

Преобразователи электрической энергии от возобновляемых источников энергии промышленной частоты подразумевают промежуточное преобразование на более высокую частоту с обратным преобразованием в постоянное напряжение или напряжение заданной частоты более высокого качества. Разработанная система позволяет измерять напряжения, токи, активную, реактивную и полную мощность, коэффициент мощности в широком диапазоне частот при искаженных формах сигналов и маленьких коэффициентах мощности.

**(англ.)**

Electric energy converters based on renewable energy sources, energy of powerline frequency provide intermediate conversion to higher frequency with reverse conversion to direct voltage or intended frequency voltage of higher quality. Developed system allows to measure voltage, current, active, passive and total power, power factor in wide range of frequencies with distorted signals and small power factor.

**4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності**

- Патент на корисну модель № 64425. Лінійний перетворювач середньоквадратичної напруги / Туз Ю.М., Літвіх В.В., Кошарна Ж.М. – 10.11.11.
- Патент на корисну модель № 65763. Лінійний перетворювач середньоквадратичної напруги / Туз Ю.М., Літвіх В.В., Кошарна Ж.М. – 12.12.11.
- Патент на корисну модель № 65555. Спосіб вимірювання середньоквадратичного значення напруги змінного струму / Туз Ю.М., Кривченкова О.М. – 12.12.11.
- Патент на корисну модель № 65668. Спосіб лінійного перетворення ефективних значень змінної напруги / Туз Ю.М., Кривченкова О.М. – 12.12.11.

- Патент на корисну модель № 67204. Спосіб лінійного перетворення ефективних значень змінної напруги / Туз Ю.М., Кривченкова О.М. – 10.02.12.

## **5. Порівняння зі світовими аналогами**

Науково-технічний рівень виконаної роботи в частині розширення частотного діапазону перевищує світовий рівень. Запропонована система переважає найбільш широкодіапазонний ватметр НМ 8115-2 по діапазону частот в 25 разів при порівнюваних похибках.

## **6. Економічна привабливість для просування на ринок**

Запропоновані рішення дозволяють розширити частотний діапазон та підвищити точність вимірювання втрат в елементах перетворювачів і зайняти свою нішу в цьому виді вимірювачів.

- Вартість реалізації проекту складає 900 тис. грн.
- Окупність 3 роки.

## **7. Потенційні користувачі**

- Міністерство енергетики та вугільної промисловості.
- Міністерство промислової політики.
- Міністерство екології.
- ТОВ "НВК АВАТАР", м. Київ.
- ТОВ "Росток – Прилад ЛТД", м. Київ
- ТОВ "Квазар", м. Київ.

## **8. Стан готовності розробки**

- Розроблений макетний зразок системи.
- Розроблені структурні та принципіві схеми.

## **9. Існуючі результати впровадження**

Захищена кандидатська дисертація Добролюбовою М.В. "Мінімізація похибок відтворення одиниці напруги змінного струму" (2012 р.). Підготовлена кандидатська дисертація аспіранта Вдовиченко А.В. на тему "Створення комплексу вимірювальної апаратури для дослідження втрат в елементах перетворювачів електричної енергії". Вийшло друком: 1 монографія та 1 навчальний посібник з грифом МОНмолодьспорту. Опубліковано 17 статей, в тому числі 10 у фахових виданнях, з них 7 зі студентами. Зроблено доповіді на 6 конференціях. Отримано 5 патентів. До роботи було залучено 6 студентів, в тому числі 1 з оплатою. Матеріали НДР використовувались при виконанні 4 магістерських робіт. Магістерська дисертація на тему: "Система вимірювання прохідної потужності у широкому діапазоні частот на основі апаратних засобів NI PXI з середовищем розробки LabView" Коломійця А.В. ВА-62 м отримала першу премію у номінації "Науково-експериментальна розробка" у щорічному конкурсі з проектування та розробки засобів вимірювальної техніки із застосуванням технологій корпорації "National Instruments".

Результати роботи використані при підготовці спеціалістів і магістрів в курсі лекцій "Структурні методи підвищення точності вимірювальних приладів і систем" та "Системні вимірювальні прилади" при створенні нових лабораторних робіт "Прецизійні вимірювання напруги змінного струму на основі інтерполяційних алгоритмів" (аспірант Кривченкова О.М.), "Системи цифрової обробки сигналів на основі цифрових сигнальних процесорів" (аспірант Мосолаб О.О.). Матеріали роботи використані в підрозділі "Адитивна корекція" навчального посібника "Методи підвищення точності вимірювальних пристроїв і систем".

Результати роботи впроваджені на підприємстві ТОВ "Росток – Прилад ЛТД", м. Київ та ТОВ "НВК АВАТАР" (акт провадження "Інформаційно-вимірювальної системи електричних параметрів елементів енергозберігаючих перетворювачів енергії", ТОВ "НВК

АВАТАР", № 03/12-2012 від 03.12.12 р.) при вимірюванні та оптимізації елементів перетворювачів сонячної енергії. Підписана угода та спільний проект з Вищою технічною школою м. Констанц (ФРН).

#### **10. Назва підрозділу, телефон, e-mail**

Науково-дослідний інститут автоматизації експериментальних досліджень  
Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут"  
406-82-20, tuz@aer.ntu-kpi.kiev.ua

#### **11. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання**

- 1 Туз Ю.М., Афанасьєв М.А. Високовольтні ширококутові підсилювачі напруги змінного струму. Монографія. – К.: Корнійчук, 2012. – 101 с.
- 2 Туз Ю.М., Шумков Ю.С. Теорія електричних кіл і сигналів. Навчальний посібник / за заг. ред. Ю.М.Туза. – К.: "Корнійчук", 2012. – 424 с. – Бібліогр.: с. 423. – 300 прим. ISBN 978-966-7599-73-7.
- 3 Туз Ю.М., Коломієць А.В. Система вимірювання прохідної потужності при високих частотах (до одиниць мегагерців) та при великих спотвореннях. Гіротехнології, навігація, керування рухом та конструювання авіаційно-космічної техніки. Тези доповідей учасників XIV науково-технічної конференції студентів та молодих учених. – К.: Політехніка, 7-11 лютого 2011 р., стор. 35-38.
- 4 Туз Ю.М., Черняк К.М. Система дослідження та контролю мікроелектронних пристроїв. Гіротехнології, навігація, керування рухом та конструювання авіаційно-космічної техніки. Тези доповідей учасників XIV науково-технічної конференції студентів та молодих учених. – К.: Політехніка, 7-11 лютого 2011 р., стор. 77-79.
- 5 Туз Ю.М., Добролюбова М.В., Артюхова Ю.В., Струнина Ю.А. Исследование термопреобразователей разных типов. Пути схемного и алгоритмического усовершенствования при их использовании. XIV Международный форум по термоэлектричеству. – М., 17-20 мая 2011.
- 6 Туз Ю.М., Коломієць А.В. Система вимірювання прохідної потужності при високих частотах (до одиниць мегагерців). Науково-технічна конференція викладачів, науковців, аспірантів та студентів присвячена Дню Науки – 2011. Факультет авіаційних та космічних систем НТУУ "КПІ". Збірник тез доповідей учасників. – К.: Політехніка, 24-26 травня 2011 р., стор. 42-43.
- 7 Туз Ю.М., Зейналов Я.Т. Система визначення похибок термоелектричних перетворювачів. Науково-технічна конференція викладачів, науковців, аспірантів та студентів присвячена Дню Науки – 2011. Факультет авіаційних та космічних систем НТУУ "КПІ". Збірник тез доповідей учасників. – К.: Політехніка, 24-26 травня 2011 р., стор. 45-47.
- 8 Туз Ю.М., Вдовиченко А., Токовенко С. Вимірювальні прилади з переналаджованою програмною корекцією. Метрологія та прилади. Науково-виробничий журнал. № 3 (29), 2011. – Харків: ВКФ "Фавор", 2010, стор. 17-21.
- 9 Туз Ю.М., Добролюбова М.В. Методики визначення короткочасової нестабільності вихідного сигналу прецизійних джерел напруги. Системи обробки інформації. Невизначеність вимірювань: наукові, нормативні, прикладні та методичні аспекти. Збірник наукових праць. Випуск 1(91). – Харків, 2011, стор. 143-147.
- 10 Туз Ю.М., Кривченкова О.М, Струнина Ю.О. Дослідження параметрів характеристик термоперетворювачів. Системи обробки інформації. Невизначеність вимірювань: наукові, нормативні, прикладні та методичні аспекти. Збірник наукових праць. Випуск 1(91). – Харків, 2011, стор. 147-151.
- 11 Туз Ю.М., Добролюбова М.В., Шумков Ю.С., Зейгерман Я.О. Оптимальний вибір складових частин окремих багатокомпонентних пристроїв. Системи обробки інформації. Метрологія та вимірювальна техніка. Збірник наукових праць. Випуск

- 6(96). – Харків, 2011, стор. 106-109.
- 12 Туз Ю.М., Кривченкова О.М. Високоточні вимірювання напруги змінного струму в широкому діапазоні частот. Системи обробки інформації. Метрологія та вимірювальна техніка. Збірник наукових праць. Випуск 6(96). – Харків, 2011, стор. 132-135.
  - 13 Туз Ю.М., Красковський А.П., Мосолаб О.О., Метод вимірювання просторово-часових характеристик фазованої антенної решітки п'єзоелектричних перетворювачів. Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції "Приладобудування: стан і перспективи", 24-25 квітня, м. Київ, ПФФ, НТУУ "КПІ". – 2012. – с. 215-216.
  - 14 Туз Ю.М. Читачам тематичного випуску журналу "Електротехнічні та комп'ютерні системи". Наукове видання "Електротехнічні та комп'ютерні системи". Тематичний випуск "Метрологія, інформаційно-вимірювальні технології та системи". Науково-технічний журнал, № 06 (82). – К.: Техніка, 2012.
  - 15 Туз Ю.М., Красковський А.П., Мосолаб О.О. Аналіз похибок системи вимірювання просторово-часових характеристик лінійних фазованих антенних решіток п'єзоелектричних перетворювачів. Наукове видання "Електротехнічні та комп'ютерні системи". Тематичний випуск "Метрологія, інформаційно-вимірювальні технології та системи". Науково-технічний журнал, № 06 (82). – К.: Техніка, 2012.
  - 16 Tuz Yu.M., Oulianova A.A., Arhipova A.O. Wideband wattmeter of transfer power without self consumption error. Наукове видання "Електротехнічні та комп'ютерні системи". Тематичний випуск "Метрологія, інформаційно-вимірювальні технології та системи". Науково-технічний журнал, № 06 (82). – К.: Техніка, 2012.
  - 17 Туз Ю.М., Красковський О.П., Мосолаб О.О. Метод та система вимірювання просторово-часових характеристик лінійних фазованих антенних решіток п'єзоелектричних перетворювачів. Методи та прилади контролю якості. Науково-технічний журнал. № 1 (28), 2012. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2012.
  - 18 Туз Ю.М., Добролюбова М.В., Артюхова Ю.В., Струніна Ю.А., Боднарук В.І., Ташук Д.Д. Еталон одиниці електричної напруги змінного струму на основі термоелектричних перетворювачів. Термоелектрика. - № 3. - 2012.