

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи
Національного технічного
університету України
“Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського”
ж.філос.н., проф.
Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО



“ 13 ” березня 2024 р.

ВИТЯГ

з протоколу № 10 від 13.03.2024 р. розширеного засідання
автоматизації та систем неруйнівного контролю
приладобудівного факультету
Національного технічного університету України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

БУЛИ ПРИСУТНІ:

- з кафедри автоматизації та систем неруйнівного контролю: завідувач кафедри д.т.н., доц. Киричук Ю.В.; професор кафедри д.т.н., проф. Куц Ю.В.; професор кафедри д.пед.н., проф. Протасов А.Г.; доцент кафедри к.т.н. доц. Богдан Г.А.; доцент кафедри к.т.н. доц. Петрик В.Ф.; старший викладач к.т.н., Момот А.С.; доцент кафедри, к.т.н., доц. Писарець А.В.; доцент кафедри, к.т.н., доц. Литвиненко П.Л.; доцент кафедри, к.т.н., доц. Галаган Р.М.; доцент кафедри, к.т.н., доц. Лисенко Ю.Ю; доцент кафедри, к.т.н., доц. Нечай С.О.; старший викладач, Зайцев В.М.

- з кафедри інформаційно-вимірjuвальних технологій: завідувач кафедри д.т.н., доц. Єременко; професор кафедри д.т.н., проф. Туз Ю.М.

- з кафедри комп'ютерно-інтегрованих оптичних та навігаційних систем: асистент Паздрій О.Я.

Запрошені з інших організацій:

- з Інституту електродинаміки НАН України: д.т.н., старший науковий співробітник, завідувач Відділу теоретичної електротехніки та діагностики електротехнічного обладнання № 12, Зайцев Є.О.

СЛУХАЛИ:

1. Повідомлення аспіранта кафедри інформаційно-вимірювальних технологій Повшенка Олександра Анатолійовича за матеріалами дисертаційної роботи «Вдосконалення ротаційного метода вимірювання напруженості електростатичного поля», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 15 - Автоматизація та приладобудування за спеціальністю 152 - Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка. Освітньо-наукова програма - Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка.

Тему дисертаційної роботи «Вдосконалення ротаційного метода вимірювання напруженості електростатичного поля» затверджено на засіданні Вченої ради приладобудівного факультету (протокол № 8/20 від “26” жовтня 2020 року) та перезатверджено на засіданні Вченої ради (приладобудівного факультету (протокол № 8/23 від “25” вересня 2023 року).

Науковим керівником затверджена к.т.н. доц. Баженов В.Г.

2. Запитання до здобувача.

Запитання по темі дисертації ставили: д.т.н., доц. Киричук Ю.В; д.т.н., проф. Куц Ю.В.; д.т.н., Зайцев Є.О.; д.т.н., проф. Туз Ю.М.; Зайцев В.М.

3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь: д.т.н., доц. Киричук Ю.В; д.т.н., проф. Куц Ю.В.; д.т.н., проф. Куц Ю.В.; д.т.н., доц. Єременко.

УХВАЛИЛИ:

ПРИЙНЯТИ такий висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційного дослідження:

1. Актуальність теми дослідження

Значення напруженості електростатичного поля атмосфери застосовується як інформативний параметр для: дослідження глобальних змін клімату, визначення підвищеної радіоактивності, забруднення навколишнього середовища, для виявлення покладів корисних копалин та як передвісник землетрусу. Одним із перспективних напрямків застосування вимірювання напруженості електростатичного поля атмосфери є дослідження, направлені на прямі пошуки та розвідку корисних копалин, а також для задач інженерної геології. Для цих задач, вимірювання напруженості електростатичного поля проводяться за умов гарної погоди, вимірювальний діапазон знаходиться в межах до 1 кВ/м.

Також актуальною задачею є вимірювання напруженості електростатичного поля у низькому вимірювальному діапазоні до 1 кВ/м є моніторинг електростатики на виробництві. Це пов'язано із значним зниженням цільових рівнів гранично допустимих значень напруги електростатичного розряду, які може витримати електронний компонент.

Адже, з розвитком технології розробки інтегральних схем, розміри їх внутрішніх компонентів зменшуються і стають більш чутливими до дії електростатичного розряду (у діапазоні напруги < 50 В).

Але, більшість існуючих приладів орієнтовані на вимірювання напруженості електростатичного поля у діапазоні в межах від 10 кВ/м до 1 МВ/м, що не вимагає використання сенсорів з високою чутливістю та роздільною здатністю. У випадку використання таких приладів для вимірювання напруженості електростатичного поля у низькому вимірювальному діапазоні, виникає велика відносна похибка, яка складає 10-15%. Такі значні похибки вимірювання обумовлені недосконалістю методу вимірювання, низькою чутливістю сенсора та високою інструментальною похибкою вимірювальних приладів. Крім того існуючі вимірювальні прилади мають низьку швидкодію, великі габарити та погану заводостійкість, що обмежує сфери їх застосування.

З огляду на це, виникає потреба у вдосконаленні існуючих та розробці нових методів та засобів вимірювання напруженості електростатичного поля для забезпечення необхідної точності вимірювання у низькому вимірювальному діапазоні до 1кВ/м, з максимально допустимою похибкою до 1%. Тому, вдосконалення ротаційного методу вимірювання напруженості електростатичного поля за рахунок зменшення його похибок вимірювання та розробці сучасної заводостійкої інформаційно-вимірювальної системи напруженості електростатичного поля з підвищеною точністю у низькому вимірювальному діапазоні до 1 кВ/м є важливим та актуальним завданням, вирішення якого забезпечить розроблення нових вимірювальних засобів з покращеними метрологічними характеристиками та розширить сфери їх застосування.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дослідження, результати яких викладені в дисертації, проводились на кафедрі інформаційно-вимірювальних технологій Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України № 942 від 07.09.2011 «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямків наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2023 року».

3. Наукова новизна отриманих результатів

В дисертації вперше отримано такі нові наукові результати:

1. Набув подальшого розвитку ротаційний метод вимірювання напруженості електростатичного поля за рахунок вдосконалення рівняння перетворення напруженості електростатичного поля в струм, що дало можливість зменшити методичну похибку вимірювання.
2. Вдосконалено математичну модель сенсору напруженості електростатичного поля за рахунок врахування залежності чутливості сенсору від його конфігурації та будови, що дало змогу зменшити інструментальну похибку вимірювання.
3. Запропоновано та обгрунтовано новий підхід до визначення оптимальних параметрів конфігурації та будови сенсору напруженості електростатичного поля, що дало змогу збільшити його чутливість

4. Набула подальшого розвитку інформаційно-вимірювальна система з поліпшеними метрологічними характеристиками, що дозволило збільшити динамічний діапазон вхідних сигналів та зменшити похибки результатів вимірювання.
5. **Теоретичне та практичне значення результатів роботи** полягає в тому, що в роботі:
 1. Отримано числові значення коефіцієнтів пропорційності чутливості сенсора від його конфігурації та будови для розрахунку оптимальної конструкції сенсора електростатичного флюксиметру.
 2. Розроблено раціональну конструкцію сенсору напруженості електростатичного поля для вимірювання у діапазоні до 1кВ/м. за рахунок встановлення його оптимальної конфігурації та будови, що дало можливість підвищити чутливість сенсору щонайменше у 2.6 рази.
 3. Розроблено та обґрунтовано методику розрахунку інструментальної похибки інформаційно-вимірювальної системи електростатичного флюксиметру, що дає можливість автоматизувати процес розробки нових приладів.
 4. Розроблено алгоритм обробки вхідного сигналу, який забезпечує динамічний діапазон на рівні 81 dB у вимірювальному діапазоні до 1 кВ/м.
 5. Розроблено прототип вдосконаленого електростатичного флюксиметру для вимірювання напруженості електростатичного поля у діапазоні до 1 кВ/м та лабораторний стенд для проведення його калібрувань.
 6. Результати дисертаційної роботи впроваджено в навчальний процес кафедри автоматизації та систем неруйнівного контролю КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також в дослідницьку та виробничу діяльність LLC «Quantum Satis Engeneering» (Wilmington, Delaware, USA) та ТОВ «ЕФТЕРРА» (м. Київ).

5. Апробація/використання результатів дисертації

Основні положення та результати були представлені на таких міжнародних конференціях та семінарах: XXII Міжнародна науково-технічна конференція “ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи”: Міжнародна наукова конференція, Київ, 16-17 травня 2023 р.; XV Міжнародна науково-практична конференція «Інтегровані інтелектуальні робото-технічні комплекси (ІРТК-2022)»: Міжнародна наукова конференція, Київ, 23 трав. 2023; Formation of perceptions of the structure of scientific methodology: Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference, Vienna, 30–31 December 2022.

Результати досліджень доповідались та обговорювались на наукових семінарах кафедри автоматизації та систем неруйнівного контролю та кафедри інформаційно-вимірювальних технологій Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського".

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Повшенка О.А. визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів

фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача

За результатами досліджень опубліковано 8 наукових публікацій, у тому числі:

- 3 статті у наукових фахових виданнях України (на момент опублікування) за спеціальністю 152 - Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка, статей у яких число співавторів (разом із здобувачем) більше двох осіб немає;

- 1 стаття у періодичних наукових фахових виданнях проіндексованих у базах Scopus та/або Web of Science Core Collection з зазначенням квартилю видання (якщо такий є);

- 3 тези виступів на наукових конференціях;

- 1 публікація, що додатково відображає результати дисертації.

1. Povshenko O. Increasing the accuracy of electrostatic fields strength measurement by using an improved differential transimpedance amplifier circuit [Електронний ресурс] / Oleksandr Povshenko, Viktor Bazhenov, Olha Pazdrii, Halyna Bohdan // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2023. – Т. 6, № 5(126). – С. 6–14. – DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.292691> (**Scopus, Q3**, ISSN 1729-3774)

Здобувачем проведено дослідження аспектів використання трансімпедансних підсилювачів для задач перетворення отриманого з сенсору електростатичного флюксиметру струму в напругу та запропоновано схему незаземленого диференціального трансімпедансного підсилювача з нульовим падінням напруги, що дозволить зменшити інструментальну похибку та забезпечити лінійність вимірювання напруженості електростатичного поля.

2. Povshenko O. Increasing sensitivity of the electrostatic field mill sensor by determining its optimal configuration [Електронний ресурс] / Oleksandr Povshenko, Olha Pazdrii // Technology audit and production reserves. – 2023. – Т. 6, № 1(74). – с. 21–27. – Режим доступу: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2023.292919> (**фахове видання**, ISSN 2706-5448)

Здобувачем на основі проведеного комп'ютерного моделювання сенсору електростатичного флюксиметру встановлено оптимальні параметри його геометричної конфігурації, що дозволять сформувані необхідні вимоги до побудови вдосконалених вимірювачів напруженості електростатичного поля у низькому динамічному діапазоні до 1 кВ/м.

3. Povshenko O. Analysis of modern atmospheric electrostatic field measuring instruments and methods [Електронний ресурс] / Oleksandr Povshenko, Viktor Bazhenov // Technology audit and production reserves. – 2023. – Т. 4, № 1(72). – с. 16–24. – Режим доступу: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2023.285963> (**фахове видання**, ISSN 2664-9969)

Здобувачем проведено аналітичний огляд та порівняльний аналіз сучасних методів та засобів вимірювання напруженості електростатичних полів

атмосфери, сформовано загальні функціональні вимоги до апаратного забезпечення інформаційно-вимірювальних систем напруженості електростатичного поля атмосфери та визначено основні напрямки досліджень і практичних завдань для її створення.

4. Повшенко О. А. Методичні особливості розрахунку похибок вимірювання напруженості електростатичного поля / О. А. Повшенко, В. Г. Баженов. // Вісник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". Сер.: Приладобудування. – 2023. – №65. – с. 65–72. [https://doi.org/10.20535/1970.65\(1\).2023.283358](https://doi.org/10.20535/1970.65(1).2023.283358) (фахове видання, ISSN 2663-3450)

Здобувачем запропоновано та обґрунтовано універсальну математичну модель сенсору електростатичного флюксиметру, а також вдосконалену функціональну схему електростатичного флюксиметру та розроблено методологію розрахунку її інструментальної похибки, що дозволяє виділити критичні параметри під час вибору комплектуючих для побудови приладу.

5. Повшенко О. А. Аналіз сучасних методів вимірювання електричних полів / О. А. Повшенко, В. Г. Баженов. // Sciences of Europe. – 2022. – №101. – с. 72–77. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7107072> (Закордонне видання. ISSN 3162-2364)

Здобувачем наведено короткий огляд та аналіз основних методів вимірювання напруженості електричних та електростатичних полів.

6. Баженов В. Узагальнення математичної моделі електростатичного флюксиметра для підвищення точності вимірювання напруженості атмосферного електростатичного поля / В. Баженов, О. Повшенко // XXII Міжнародна науково-технічна конференція “ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи”: Міжнар. наук. конф., Київ, 16-17 трав. 2023 р. – Київ, 2023. – с. 185–286.

7. Баженов В. Вдосконалення функціональної схеми електростатичного флюксиметра / В. Баженов, О. Повшенко // XV Міжнародна науково-практична конференція «Інтегровані інтелектуальні робото-технічні комплекси (ІРТК-2022)»: Міжнар. наук. конф., Київ, 23 трав. 2023 р. – Київ, 2023. – с. 165–166.

8. Povshenko O.A. Analysis of modern methods of measuring electric fields [Electronic resource] / O. A. Povshenko, V. G. Bazhenov // Formation of perceptions of the structure of scientific methodology: Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference. Vienna, 30–31 December 2022. – [S.l.], 2022. – p. 5–7. – Mode of access: <https://intersci.eu/wp-content/uploads/2023/01/Formation-of-perceptions-of-the-structure-of-scientific-methodology.pdf>.

Якість та кількість публікацій відповідають «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої

вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Повшенка О.А. «Вдосконалення ротаційного метода вимірювання напруженості електростатичного поля», що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 15 - Автоматизація та приладобудування за спеціальністю 152 - Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка, за своїм науковим рівнем, новизною отриманих результатів, теоретичною та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам, що пред'являють до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії, та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми КПІ ім. Ігоря Сікорського Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка зі спеціальності 152 - Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу «Вдосконалення ротаційного метода вимірювання напруженості електростатичного поля», подану Повшенком Олександром Анатолійовичем на здобуття наукового ступеня доктора філософії, до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

2. Вченій раді КПІ ім. Ігоря Сікорського утворити разову спеціалізовану вчену раду у складі:

Голова:

доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри інформаційно-вимірювальних технологій приладобудівного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» **Єременко Володимир Станіславович;**

Члени:

Рецензенти:

доктор технічних наук, професор, професор кафедри інформаційно-вимірювальних технологій приладобудівного факультету **Туз Юліан Михайлович;**

доктор технічних наук, професор, професор кафедри автоматизації та систем неруйнівного контролю приладобудівного факультету **Куч Юрій Васильович;**

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій Національного авіаційного університету **Квасніков Володимир Павлович;**

доктор технічних наук, з старший науковий співробітник, завідувач
Відділу теоретичної електротехніки та діагностики електротехнічного
обладнання № 12 Інституту електродинаміки НАН України **Зайцев**
Євген Олександрович.

Головуючий на засіданні
Завідувач кафедри, професор кафедри
автоматизації та систем неруйнівного
контролю, д.т.н., доцент



Юрій КИРИЧУК

Вчений секретар кафедри
автоматизації та систем неруйнівного
контролю, к.т.н., старший викладач



Наталія НАЗАРЕНКО