

ВІДГУК
офіційного опонента,
доктора технічних наук, професора
Ситникова Валерія Степановича
на дисертаційну роботу
Корецької Олександри Олегівни
за темою «Моделі та засоби побудови енергоефективних ІoT пристрій
на базі п'єзокерамічних перетворювачів»,
яка подана на здобуття науковоого ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.13.05 – «Комп'ютерні системи та компоненти»

Актуальність теми

На сьогодні стрімкими темпами розвивається технологія IoT (Internet of Things), одним із проблемних питань якої є термін живлення пристрій від автономних джерел енергії. Отже розробка IoT пристрій вимагає великої уваги до енергоефективності.

П'єзокерамічні перетворювачі є одним з джерел отримання енергії. Проте мале значення енергії, що генерується п'єзоелементом, стримувало використання п'єзокерамічних перетворювачів в якості джерел напруги. Таким чином, розробка нових моделей та засобів підвищення енергоефективності IoT пристрій на базі п'єзокерамічних перетворювачів, що розглядається в дисертаційній роботі Корецької О.О., є актуальною задачею.

Дисертаційна робота виконана у відповідності до завдань таких програм, як:

- «Розроблення поліметричних датчиків інформаційно-вимірювальних систем з живленням елементів від енергії вимірювального сигналу» (№ ДР 0115U000316);
- «Розроблення бездротових енергонезалежних інформаційно-вимірювальних мереж критичного застосування військово-цивільного призначення» (№ ДР 0117U000447);
- «Розробка нових комбінованих композитних пористих матеріалів з об'ємозмінними теплофізичними властивостями військово-цивільного застосування» (№ ДР 0119U100353);
- «Розробка технічного рішення виготовлення високоточного маяк-трекера для змагань повітряних куль під егідою міжнародної федерації авіаційних видів спорту (FAI)» (договір № 154 від 13.06.2017).

Наукова новизна одержаних результатів

Наукова новизна роботи Корецької О.О. полягає в тому що:

- набув подальшого розвитку аналітичний опис параметрів п'єзокераміки з урахуванням орієнтаційних ефектів доменів у п'єзокераміці за рахунок врахування конструктивних і фізичних параметрів біморфних

п'єзоелементів, що дозволяє проектувати п'єзоперетворювачі зі збільшеним рівнем вихідного сигналу;

– вперше отримані функціональні моделі консольних біморфних доменно-дисипативних п'єзоперетворювачів, що дозволяє розраховувати лінійні розміри п'єзоелементів і пластин під час проектування п'єзоперетворювачів з максимальним рівнем вихідного сигналу;

– набула подальшого розвитку математична модель функціонування комп'ютерної системи в умовах обмеженого енергозабезпечення, за рахунок врахування енергії, яка генерується п'єзокерамічними перетворювачами, що дозволяє будувати IoT пристрой з подовженим терміном роботи.

Наукова та інженерно-технічна новизна результатів досліджень підтверджується публікаціями та патентами України, серед яких 8 статей у фахових виданнях (з яких сім статей проіндексовані у наукометричній базі Index Copernicus), 2 патенти та 12 тез доповідей на всеукраїнських та міжнародних конференціях (одна робота проіндексована у наукометричній базі Scopus).

Практична цінність одержаних результатів

Практична цінність отриманих дисертантом результатів полягає у такому:

1. В результаті проведених досліджень розширеня науково-технічна база проектування IoT пристройв на базі п'єзокерамічних перетворювачів.

2. Отриманий аналітичний опис параметрів п'єзокераміки з урахуванням орієнтаційних ефектів доменів у п'єзокераміці дозволяє визначати форми біморфних п'єзоелементів, їх електродів, а також необхідного механічного напруження для збільшення потужності вихідного сигналу.

3. Розроблені функціональні моделі дозволяють розраховувати лінійні розміри п'єзоелементів, а також біморфних та консольних пластин при проектуванні IoT пристройв на базі п'єзокерамічних перетворювачів з максимальною тривалістю живлення від енергії п'єзоперетворювача.

4. Розроблена математична модель функціонування IoT пристройв в умовах обмеженого енергозабезпечення дозволяє визначати можливість та час автономної роботи таких пристройв.

5. Отримані результати дозволяють подовжити до 10 % час роботи IoT пристройв при їх батарейному живленні, проектувати системи аварійної сигналізації з можливістю роботи від енергії, що генерується п'єзоперетворювачем, а також зменшити на 15 % вартість IoT пристройв.

Результати дисертаційного дослідження впроваджені в навчальному процесі Чорноморського національного університету імені Петра Могили та Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького, а також при розробці IoT Smart Toys стартапу Cubomania.

Ступінь обґрунтування наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації

Головні наукові положення, отримані результати дослідження та висновки дисертації не викликають сумнівів. Вони обґрунтовані із застосуванням теорії автоматичного керування, теорії коливальних систем із зосередженими параметрами та теорії електричних ланцюгів, методів аналізу анізотропії поляризованої п'єзокераміки, методів математичного моделювання.

Достовірність отриманих наукових результатів і висновків перевірена порівнянням теоретичних положень з результатами імітаційного моделювань, а також експериментальних досліджень.

Сформульовані в дисертаційній роботі наукові положення та висновки обґрунтовані теоретично, перевірені експериментально та підверджені актами про впровадження.

Зміст і обсяг дисертації та автореферату

Робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, додатків та списку використаних джерел із 152 найменувань.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, а також наведені об'єкт, предмет і мета дослідження, положення наукою новизни і практичної цінності; визначено основні методи дослідження.

У першому розділі наведено аналіз фізичних явищ і перетворення, які можуть слугувати в якості альтернативних джерел енергії. Показана перспективність використання п'єзокерамічних перетворювачів в якості джерел енергії для живлення IoT пристрій. Розглянуті аналоги електронної техніки з живленням від п'єзоперетворювачів, показані їх переваги та недоліки, особливості застосування, а також визначені шляхи подальшого вдосконалення. Проаналізовані існуючі методи та засоби підвищення вихідної напруги п'єзокерамічних перетворювачів. На основі проведеного аналізу поставлено основну задачу – розробити моделі та засоби побудови енергоекспективних IoT пристрій на базі п'єзокерамічних перетворювачів

У другому розділі наведено результати розробки асиметричних біморфних доменно-дисипативних п'єзоперетворювачів при їх консольному закріпленні, що використовуються в якості джерел накопичення енергії для подовження тривалості роботи IoT пристрій при їх автономному живленні.

Наведено результати подальшої розвитку аналітичного опису параметрів п'єзокераміки з урахуванням орієнтаційних ефектів доменів у п'єзокераміки за рахунок врахування конструктивних та фізичних параметрів біморфних п'єзоелементів, що дозволяє проектувати п'єзоперетворювачі зі збільшеним рівнем вихідного сигналу. Описані вперше отримані функціональні моделі консольних біморфних доменно-дисипативних п'єзоперетворювачів, що дозволяють розраховувати лінійні розміри п'єзоелементів і пластин при проектуванні п'єзоперетворювачів з

максимальним рівнем вихідного сигналу.

У третьому розділі наведені результати розробки математичної моделі побудови IoT пристрой в умовах обмеженого енергозабезпечення. Розроблена модель роботи IoT пристрою описує ключові параметри системи: час роботи, енергоспоживання, а також враховує енергетичні обмеження системи, що дозволяє розробнику визначити, скільки часу IoT пристрій зможе працювати при наявності ПП в якості джерела додаткової енергії, а також необхідну кількість ПП та їх підключення до відповідних модулів.

У четвертому розділі наведено опис розроблених стендів та розроблених конструкцій IoT пристрой, в яких реалізовані усі отримані теоретичні положення, наведено результати експериментальних досліджень.

У висновках сформульовані основні результати проведеного дисертантом дисертаційного дослідження.

Зміст автореферату у повній мірі відповідає основним положенням дисертації.

Недоліки та зауваження

1. На мою думку, невдало поставлений акцент в назві роботи, оскільки там вказано на «IoT пристрой», в той час, в роботі більше розглядається компонент IoT речі, а саме – п'єзоперетворювач, який подовжує термін роботи IoT пристрою. Краще би звучало: «Моделі та засоби побудови п'єзокерамічних перетворювачів для подовження роботи IoT пристрою».
2. В назві роботи вказуються терміни «моделі та засоби». І якщо про моделі здобувач часто вказує при описі результатів роботи: і в новизні, висновках тощо, то про засоби практично не зазначає. Незважаючи на те, що в роботі вони присутні, доречно було б щонайменше у висновках чітко окреслити які саме засоби розроблено і що це дає для науки та практики.
3. В роботі немає чіткого визначення, що дисерант розуміє під енергоефективністю. Не наведено читки визначення виразів для показників ефективності, за якими він порівняє отримані результати.
4. Результати дослідження, що описані в п.2.1, відносяться до першого пункту наукової новизни – набув подальшого розвитку аналітичний опис параметрів п'єзокераміки з урахуванням орієнтаційних ефектів доменів. Проте оцінити наскільки ці аналітичні дослідження відрізняються від попередніх важко. Дисертанту доречно було б в першому розділі навести вирази, на які він опирається в подальшому дослідженні.
5. При описі функціональних моделей в п.2.2 (стор. 61-75) дисерант наводить значення ланок, які описують процеси в п'єзокераміці (ланки $W_1 - W_6$ для рис.2.14 з описом формул на стор. 65-67). Проте опису ланок, які відповідають процесам, що відбуваються в металевих пластинах не наводить (ланки $W_7 - W_8$ для рис.2.17 на стор.69 тощо).

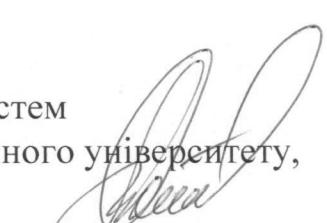
6. В третьому розділі опис математичної моделі, який показаний в п.3.2 на стор.80-86, відповідає випадку, якщо в досліджуваному IoT пристрою є кілька процесорних модулів та п'єзомодулів живлення. Проте дисертант не показав, наскільки такі випадки доречні на практиці, оскільки, на мою думку, більшість носимих IoT пристройів, які розглядає автор, складаються лише з одного мікропроцесору, а отже необхідність застосування такої моделі викликає питання.
7. Не зрозуміло, як дисертант отримав перевагу в економіці в 15 %, про які він зазначає в п.4.3.2 (стор.122-124) при описі розробленого маяка-трекера. Доречно було б навести розрахунки та фото безпосередньо конструкції п'єзоперетворювача, оскільки визначити їх на наведеному рис.4.25 повної конструкції складно.
8. В роботі присутні деякі похибки в оформленні текстового та ілюстраційного матеріалу дисертації: маленьки розміри позначення шкал в рисунках 2-го розділу (рис.2.16-2.24) тощо.

Висновок

Представлена дисертація Корецької О.О. «Моделі та засоби побудови енергоефективних IoT пристройів на базі п'єзокерамічних перетворювачів» є завершеною науково-дослідною роботою, у якій отримані нові науково обґрунтовані результати. У роботі вирішена конкретна науково-технічна задача підвищення енергоефективності IoT пристройів на базі п'єзокерамічних перетворювачів. За свою тематичною спрямованістю представлена робота відповідає паспорту спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

В цілому дисертаційна робота виконана на високому рівні, відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №567 від 24 липня 2013р. (зі змінами), та чинним вимогам Міністерства освіти та науки України, що висувається до кандидатських дисертацій, а її автор – Корецька Олександра Олегівна заслуговує присвоєння наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

Офіційний опонент,
завідувач кафедри комп'ютерних систем
Одеського національного політехнічного університету,
доктор технічних наук, професор



B. С. Ситніков .

Підпис Ситнікова В.С. засвідчує:
Секретар вченої ради,
к.т.н., доцент



B.I. Шевчук