

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з навчальної роботи
Національного технічного
університету України
"Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського"
к.філос.н., проф.
Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО



“ 6 ” березня 2024 р.

ВИТЯГ

з протоколу № 11 від 21 лютого 2024 р. розширеного засідання
кафедри Автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів
Національного технічного університету України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

БУЛИ ПРИСУТНІ:

- завідувач кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів НН ІЕЕ, д.т.н., професор Бойченко С.В.
- професор кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів НН ІЕЕ, д.т.н., Сліденко В.М.
- професор кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів НН ІЕЕ, д.т.н., Терентьев О.М.
- професор кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів НН ІЕЕ, д.т.н., професор Зайченко С. В.
- професор кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів НН ІЕЕ, д.т.н., професор Шевчук С. П.
- професор кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів НН ІЕЕ, д.т.н., професор Мазуренко Л.І.
- професор кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів НН ІЕЕ, д.т.н., професор Юрченко О.М.
- доцент кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів НН ІЕЕ, к.фіз.-мат.н., Городецький В.Г.
- доцент кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів НН ІЕЕ, к.т.н., Мейта О.В.
- доцент кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів НН ІЕЕ, к.т.н., Пермяков В.М.
- доцент кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів НН ІЕЕ, к.т.н., Торопов А.В.

- доцент кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів НН ІЕЕ, к.т.н., Данілін О.В.
- доцент кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів НН ІЕЕ, к.т.н., Кулаковський Л. Я.
- доцент кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів НН ІЕЕ, к.т.н., Босак А. В.
- ст. викл. кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів НН ІЕЕ, Пліщук В.О.
- асист. кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів НН ІЕЕ, Торопова Л.В.
- асист. кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів НН ІЕЕ, Хотян А.А.
- асист. кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів НН ІЕЕ, Докшина С.Ю.

СЛУХАЛИ:

1. Повідомлення аспіранта кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів Босака Андрія Васильовича за матеріалами дисертаційної роботи “Оптимізація керування зарядними станціями електромобілів в реальному часі на основі нечіткої логіки в умовах обмеженого електропостачання”, поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Освітньо-наукова програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Тему дисертаційної роботи “Оптимізація керування зарядними станціями електромобілів в реальному часі на основі нечіткої логіки в умовах обмеженого електропостачання” затверджено на засіданні Вченої ради Навчально-наукового інституту енергозбереження та енергоменеджменту (протокол № 6 від “27” листопада 2020 року) та перезатверджено на засіданні Вченої ради Навчально-наукового інституту енергозбереження та енергоменеджменту (протокол № 5 від “23” листопада 2023 року).

Науковим керівником затверджена к.т.н., доцент, Босак А. В.

2. Запитання до здобувача.

Запитання по темі дисертації ставили:

д.т.н., професор, Шевчук С.П.;

д.т.н., професор, Юрченко О.М.;

д.т.н., професор, Терентьев О.М.;

д.т.н., професор, Сліденко В.М.;

к.т.н., доцент, Торопов А.В.;

к.фіз.-мат.н., доцент, Городецький В.Г.;

ст.викл., Дубовик В.Г.

3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь:

д.т.н., професор, Юрченко О.М.;

к.т.н., доцент, Торопов А.В.;

к.т.н., доцент, Кулаковський Л.Я.;

УХВАЛИЛИ:

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

1. Актуальність теми дослідження

В умовах сучасних кліматичних змін і вичерпання запасів енергетичних ресурсів актуальними стають питання декарбонізації, підвищення енергоефективності та зниження кінцевого енергоспоживання у всіх галузях. Ці питання є ключовими в контексті поточних викликів зі зміни клімату та обмеженості енергетичних ресурсів. Підвищення енергоефективності включає заходи для зниження енергетичних втрат та оптимізації процесів, що дозволяє досягти більшої продуктивності з меншим споживанням енергії. Зниження кінцевого енергоспоживання означає ефективне використання та раціоналізацію споживання енергії в усіх сферах, включаючи промисловість, транспорт, будівництво та побутову сферу. Ці заходи є стратегічно важливими для створення стійкої та ефективної енергетичної системи, сприяють збереженню ресурсів та зниженню негативного впливу на довкілля.

Встановлення мети Європейським Союзом зменшити викиди парникових газів на 40% до 2030 року в рамках Паризької угоди свідчить про серйозні зобов'язання у боротьбі зі зміною клімату. Ця мета покликана забезпечити значний внесок в обмеження масштабів глобального потепління шляхом зменшення джерел парникових газів, які впливають на підвищення температури нашої планети. Реалізація цієї мети вимагатиме впровадження технологічних інновацій та співпраці з різними секторами суспільства для досягнення стабільного та екологічно безпечного майбутнього.

Процес зниження викидів парникових газів шляхом переходу до низьковуглецевої економіки важливий в транспортному секторі. Зростаючий обсяг транспортних засобів та залежність від палив, які негативно впливають на клімат, вимагають прийняття ефективних заходів для зменшення забруднення. Використання чистих транспортних засобів, таких як електромобілі, водневі автомобілі та гібридні автомобілі, є однією з перспективних стратегій для зменшення викидів парникових газів та поліпшення якості повітря. Розвиток інфраструктури для зарядки електромобілів, впровадження стимулюючих програм та технологічних

інновацій у сфері транспорту сприяють прискоренню процесу декарбонізації й переходу до більш екологічно чистих джерел енергії для транспорту. Цей підхід сприяє не лише зменшенню викидів забруднюючих речовин, але й забезпечує створення більш стійкої та сталої транспортної системи.

Набуває актуальності реалізація інструменту управління процесом заряджання електромобілів при обмеженні електропостачання електричних зарядних станцій. Головні принципи підключення зарядної станції до мережі, а також регламентована необхідність правильної постановки електромобілів чергу на зарядку підтверджують необхідність розробки методу керування електрозарядними станціями. Саме тому стає актуальною розробка системи контролю заряджання в реальному часі, що має забезпечити кожному електромобілю гарантоване заряджання в умовах обмеженого електроспоживання. Найбільш перспективним для розробки керування в реальному часі являється застосування положень та процедур нечіткої логіки, що підтверджено наведеними в роботі порівняннями існуючих методів заряджання великої кількості електромобілів.

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

Дисертаційна робота виконана на кафедрі автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» за планом кафедри по результатами наукових досліджень в рамках наукового напрямку «Системи підвищення енергоефективності електротехнічних об'єктів» та ініціативної теми «Розроблення моделей та методів математичного забезпечення вирішення проблеми енергетичної безпеки регіонів України» (№ ДР 0122U201095).

3. Наукова новизна отриманих результатів

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

1. Вперше розроблено нову оптимізаційну модель керування зарядними станціями в реальному часі, що відрізняється від існуючих моделей тим, що дозволяє забезпечити більше енергії поставки до батарей електромобілів за однакових обмежень споживання в місці підключення електрозарядних станцій.

2. Розроблено методіку експертної системи видачі пріоритетності заряджання на основі нечіткої логіки та вперше реалізовано запропоновану систему керування на мікроконтролері на платі Arduino Mega 2560.

3. Розроблено імітаційну модель і виконано моделювання процесу керуваної зарядки із розробленим методом для роботи в реальному часі в умовах обмеженого електропостачання в середовищі Matlab, що дало можливість встановити, що розроблений метод зарядки забезпечує

оптимальне розподілення зарядної потужності між електромобілями з урахуванням обмежень мережі та індивідуальних потреб.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи

Теоретичне значення результатів роботи полягає в розробці нового методу керування заряджанням у реальному часі в умовах обмежень з боку електропостачальної мережі, підтвердження ефективності розроблених засобів шляхом моделювання в середовищі Matlab та практичній реалізації.

Отримані результати практичної роботи включають розробку системи керування електрозарядними станціями на основі нечіткої логіки та оптимізації цільової функції, підтвердження ефективності роботи системи в реальному часі порівняно з іншими алгоритмами та інтеграцію системи на мікроконтролері Arduino Mega 2560.

5. Апробація/використання результатів дисертації

Результати дисертаційної роботи Босака Андрія Васильовича «Оптимізація керування зарядними станціями електромобілів в реальному часі на основі нечіткої логіки в умовах обмеженого електропостачання» впроваджено в освітній процес кафедри Автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів та використовуються в освітніх компонентах освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів та магістрів «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів» за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» а саме: дисципліна «Інжиніринг електротехнічних та мехатронних комплексів», «Автоматизований електропривод машин і установок».

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Босака А.В. визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

7. Перелік публікацій за темою дисертації

За результатами досліджень опубліковано 6 наукових публікацій, у тому числі:

- 2 статті у наукових фахових виданнях України (на момент опублікування) за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, у яких число співавторів (разом із здобувачем) більше двох осіб;

- 1 стаття у періодичних наукових фахових виданнях проіндексована у базах Scopus та Web of Science Core Collection, з належністю до Q1 квартилю видання;
- 3 тез виступів на наукових конференціях;

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Ан. Босак, Ал. Босак. Реалізація нечіткої системи керування зарядними станціями електромобілів у реальному часі на базі мікроконтролера Arduino Mega 2560. Відновлювана енергетика. 2023. №4 (75). С. 29-38. [https://doi.org/10.36296/1819-8058.2023.4\(75\)29-38](https://doi.org/10.36296/1819-8058.2023.4(75)29-38), <https://ve.org.ua/index.php/journal/issue/view/32> (0,41 друк. арк., особистий внесок здобувача: запропонований підхід заряджання електромобілів реалізовано на мікроконтролері Aduino Mega 2560 та підтверджено доцільність його використання, 0,35 друк. арк.)
2. Ан. Босак, Ал. Босак, О.В Чермалих, В.Г Дубовик. Моделювання процесу керованої зарядки електромобілів в умовах обмеженого електропостачання, Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2021. – Випуск 3(128). С. 91-98, DOI: 10.30929/1995-0519.2021.3.91-98, http://visnikkrnu.kdu.edu.ua/visnik.php?id_nom=50 (0,33 друк. арк., особистий внесок здобувача: проведено комп'ютерне моделювання, що підтверджує ефективність запропонованого підходу, зокрема, зниження споживання електроенергії в години пікового навантаження та забезпечення зарядки всіх електромобілів за вимогами, 0,15 друк. арк.)

Статті у періодичних наукових виданнях проіндексованих у базах WoS та/або Scopus

3. Davydenko, L., Davydenko, N., Bosak, A., Bosak, A., Deja, A., & Dzhuguryan, T. (2022). Smart Sustainable Freight Transport for a City Multi-Floor Manufacturing Cluster: A Framework of the Energy Efficiency Monitoring of Electric Vehicle Fleet Charging. *Energies*, 15(10), 3780. (Scopus Q1). DOI: <https://doi.org/10.3390/en15103780>, <https://www.mdpi.com/1996-1073/15/10/3780> (1,1 друк. арк., особистий внесок здобувача: розроблено алгоритм заряджання електромобілів, який пропонує оптимізацію електричного навантаження зарядної станції для мінімізації витрат на електроенергію та задоволення попиту на зарядку електромобілів без виходу за межі., 0,5 друк. арк.)

Матеріали конференцій

4. А.В Босак, “Застосування зарядних станцій для електромобілів в Україні в умовах обмеженого електропостачання”, Матеріали аспірантських

читань пам'яті професора Артура Праховника, 2021. (0,12 друк. арк., особистий внесок здобувача: огляд зарядних станцій з кількісним підключенням електромобілів та проблеми їх застосування в Україні, 0,12 друк. арк.)

5. Andrii Bosak, Alla Bosak, L Kulakovskiy, T Oboronov, "Impact of EV chargers on total harmonic distortion in the distribution system network", IEEE 6th International Conference on Energy Smart Systems (ESS), 329-333, 2019, DOI: 10.1109/ESS.2019.8764244. (0,28 друк. арк., особистий внесок здобувача: дослідження впливу гармонік THD на мережу та якість електроенергії при заряджанні електромобіля, 0,14 друк. арк.)

6. Alexander Yandulskii, Oleg Kurson, Andrii Bosak, Serhii Kondratiev, Alexander Kuznietsov, "Improvement of Electric Charging Station Efficiency using situation-dependent Fuzzy Algorithms", IEEE International Conference on Electrical Systems for Aircraft, Railway, Ship Propulsion and Road Vehicles & International Transportation Electrification Conference (ESARS-ITEC), 2018, DOI: 10.1109/ESARS-ITEC.2018.8607378. (0,22 друк. арк., особистий внесок здобувача: розробка та оптимізація керування зарядними станціями електромобілів на основі нечіткої, 0,11 друк. арк.)

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 Босака Андрія Васильовича «Оптимізація керування зарядними станціями електромобілів в реальному часі на основі нечіткої логіки в умовах обмеженого електропостачання», що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка 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 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка зі спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу «Оптимізація керування зарядними станціями електромобілів в реальному часі на основі нечіткої логіки в умовах

обмеженого електропостачання», подану Босаком Андрієм Васильовичем 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:

д.т.н., професор, завідувач кафедри відновлюваних джерел енергії, ФЕА, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Будько Василь Іванович;

(науковий ступінь, вчене звання, посада, місце роботи, прізвище, ім'я, по батькові)

Члени:

Рецензенти:

к.т.н., доцент, доцент кафедри електропостачання НН ІЕЕ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Веремійчук Юрій Андрійович;

(науковий ступінь, вчене звання, посада, місце роботи, прізвище, ім'я, по батькові)

к.т.н., доцент, доцент кафедри електропостачання НН ІЕЕ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Ярмолук Олена Сергіївна;

(науковий ступінь, вчене звання, посада, місце роботи, прізвище, ім'я, по батькові)

Офіційні опоненти:

д.т.н., с.н.с., відділу електроживлення технологічних систем, Інституту електродинаміки НАН України, Подольцев Олександр Дмитрович;

(науковий ступінь, вчене звання, посада, місце роботи, прізвище, ім'я, по батькові)

к.т.н., доцент, професор кафедри електроенергетики, електротехнічного факультету, НТУ «Дніпровська політехніка», Луценко Іван Миколайович.

(науковий ступінь, вчене звання, посада, місце роботи, прізвище, ім'я, по батькові)

Головуючий на засіданні

д.т.н., професор,
завідувач кафедри АЕМК

(науковий ступінь, вчене звання,
посада, місце роботи)

Вчений секретар
кафедри АЕМК

(назва)

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

Сергій БОЙЧЕКНО
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Валентина ПОЛЩУК
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)