

РЕЦЕНЗІЯ

рецензента Тарахтій Ольги Сергіївни
на науковий рівень дисертації і наукових публікацій здобувача
Зубака Віктора Валерійовича

«Моделі та методи автоматизованого управління балансом потужності та частоти електроенергетичної системи для підвищення її ефективності за умов дії проєктних та позапроєктних збурень», представленої на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Новизна представлених теоретичних та експериментальних результатів дослідження

Наукова новизна теоретичних та експериментальних результатів дослідження викладена у низці публікацій автора, серед яких:

1. Кривда, В. І., Рудницький, В. Г., Суворов, В. О. & Зубак, В. В. (2022). Підвищення ефективності роботи сонячних панелей при використанні MPPT-контролера. Електротехнічні та комп'ютерні системи, 36(112), 6–17. DOI: <https://doi.org/10.15276/eltecs.36.112.2022.04>. (Реєстр наукових фахових видань України, категорія «Б»).

2. Kryvda, V., Suvorov, V. & Zubak, V. (2023). Modeling and method for assessing the efficiency of the power system. Herald of Advanced Information Technology, 6(3), 240–249. DOI: <https://doi.org/10.15276/hait.06.2023.16>. (SCOPUS).

3. Суворов, В. О. & Зубак, В. В. (2023). Модель для моніторингу та оцінки ефективності електроенергетичної системи країни. Електротехнічні та комп'ютерні системи, 38(114), 15–21. DOI: <https://doi.org/10.15276/eltecs.38.114.2023.2>. (Реєстр наукових фахових видань України, категорія «Б»).

4. Babych, S., Kryvda, V., Zhanko, K., Zubak, V. & Suvorov, V. (2023). Development of models and methods for automated control of heat supply system with optimization of technical means structure, Energy Engineering and Control Systems, 9(2), 119–130. DOI: <https://doi.org/10.23939/jeeecs2023.02.119>. (Реєстр наукових фахових видань України, категорія «Б»).

5. Кривда, В. І., Зубак, В. В. & Максимов, М. М. (2024). Модель збереження працездатності електроенергетичної системи за умови її небалансу. Електротехнічні та комп'ютерні системи, 40(116), 13–24. DOI: <https://doi.org/10.15276/eltecs.40.116.2024.2>. (Реєстр наукових фахових видань України, категорія «Б»).

6. Kryvda, V., Maksymov, M., Zubak, V., Ivaneiev, A. & Ryaboshapka, R. (2024). Development of the model and improvement of the method of automated control of steam turbine parameters to minimize the power imbalance in the energy system to increase its efficiency. Technology Audit and Production Reserves, 5, 1(79), 19–29. DOI: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2024.314219>. (SCOPUS).

7. Zubak, V., Kipriianov, I. & Filippov, Y. (2024). Model of automated control of the electric power system to ensure reliability and efficiency of power supply in the event of disturbances and imbalances. *Proceedings of Odessa Polytechnic University*, 2(70), 108–122. DOI: <https://doi.org/10.15276/opu.2.70.2024.13>. (Реєстр наукових фахових видань України, категорія «Б»).

Наукові результати, які опубліковані у відкритих джерелах відповідають всім науковим результатам, які представлено в роботі в якості наукової новизни, до яких слід віднести наступне:

Розроблено комплексну імітаційну модель електроенергетичної системи шляхом поєднання структурної, об'єктно-орієнтованої, математичної, стохастичної та табличної моделей. Запропонована модель забезпечила формалізований опис елементів електроенергетичної системи, їх параметрів і станів, інформаційних та фізичних потоків між ними, а також дав можливість виконати імітаційне моделювання роботи системи за умов дії проєктних та позапроєктних збурень.

Удосконалено метод автоматизованого структурно-параметричного управління балансом потужності та частоти електроенергетичної системи за умов дії проєктних та позапроєктних збурень, а також розроблено динамічну модель електроенергетичної системи. Запропонований метод забезпечує поєднання параметричного регулювання активної потужності зі структурним управлінням топологією системи, що дало можливість формувати керуючі дії в залежності від величини збурення, наявного резерву потужності та поточного стану елементів системи. Розроблена динамічна модель забезпечила можливість аналізу реакції параметричного регулювання та структурного управління топологією електроенергетичної системи в результаті дії проєктних та позапроєктних збурень.

Вперше запропоновано метод оцінки ефективності поставки електричної енергії в електроенергетичній системі. Запропонований метод ґрунтується на формуванні узагальненого критерію згортки частинних критеріїв: об'єму, якості та ефективності поставки електричної енергії. Такий підхід дозволяє перейти від окремого аналізу частинних критеріїв до комплексної оцінки режимів роботи електроенергетичної системи. Узагальнений критерій було сформовано за методом ідеальної точки, що забезпечило порівняння різних режимів роботи електроенергетичної системи та визначити ефективність її функціонування за умов дії проєктних та позапроєктних збурень.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі

Зубак В. В. обґрунтував у дисертаційній роботі наукові положення, висновки і рекомендації завдяки детальному аналізу первинних джерел за темою дослідження. Мета та завдання роботи відображені у публікаціях здобувача, зокрема у фахових наукових виданнях України та виданнях, що індексуються у наукометричній базі Scopus. Матеріал викладений в дисертаційній роботі базується на коректному використанні сучасних методів дослідження, зіставленні отриманих результатів з відомими підходами до автоматизованого

управління електроенергетичними системами, а також на послідовному формулюванні висновків, які відповідають поставленій меті та завданням роботи.

По-перше, отримані результати дисертаційного дослідження відповідають цілям і вимогам ОНП 3-го рівня спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Тема та мета роботи узгоджується з ціллю освітньо-наукової програми ОНП 3-го рівня спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», а саме забезпечення розвитку науково-педагогічних компетентностей майбутніх докторів філософії для проведення власного наукового дослідження та захисту дисертації за спеціальністю «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

По-друге, застосовані методи наукового дослідження ґрунтуються на використанні: структурної, математичної, стохастичної, об'єктно-орієнтованої, табличної моделей для розроблення комплексної імітаційної моделі електроенергетичної системи; структурно-параметричного методу для вибору найкращого рішення щодо регулювання балансу потужності та частоти в електроенергетичній системі; методу оцінки ефективності поставки електричної енергії за узагальненим критерієм згортки частинних критеріїв з відстанню до ідеальної точки; комп'ютерного моделювання в середовищі MATLAB Simulink для аналізу реакції електроенергетичної системи на дію проєктних та позапроєктних збурень.

Наукові результати дисертаційної роботи відповідають спеціальним (фаховим, предметним) компетентностям ОНП 3-го рівня спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»:

СК1. Здатність проводити моделювання об'єктів та систем керування.

СК2. Здатність проводити оцінку якості функціонування автоматизованих систем керування.

СК3. Знання та глибоке розуміння предметної області, розуміння професійної та наукової діяльності.

СК4. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій та дотичних до неї міждисциплінарних напрямів і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з автоматизації, комп'ютерних технологій, приладобудування та суміжних галузей.

СК5. Здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та англійською мовами, глибоке розуміння англомовних наукових текстів за напрямом досліджень.

СК6. Здатність застосовувати сучасні методи дослідження, синтезу, проектування систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, їх програмних та апаратних компонентів, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності.

СК7. Здатність здійснювати науково-педагогічну діяльність у вищій освіті, дотримуватись етики досліджень, а також правил академічної доброчесності в наукових дослідженнях та науково-педагогічній діяльності.

По-третє, ступінь обґрунтованості наукових положень доведено по сформульованим завданням дисертаційного дослідження, для виконання яких необхідно було:

- проаналізувати існуючі методи, моделі та стратегії керування балансом потужності та частоти в електроенергетичній системі за умов дії проєктних та позапроєктних збурень;

- розробити комплексну імітаційну модель електроенергетичної системи із застосуванням інформаційних технологій, яка складається зі структурної, об'єктно-орієнтованої, математичної, стохастичної та табличної моделей для формалізації елементів системи, інформаційних та фізичних потоків, зміни параметрів та станів елементів в результаті дії проєктних та позапроєктних збурень;

- удосконалити метод автоматизованого структурно-параметричного управління та розробити динамічну модель управління балансом потужності та частоти електроенергетичної системи в результаті дії проєктних та позапроєктних збурень;

- запропонувати метод оцінки ефективності поставки електричної енергії в електроенергетичній системі для різних режимів її роботи.

Зауваження до змісту дисертації.

1. Робота електроенергетичної системи за умов дії збурень потребує своєчасного визначення їх характеру, оцінювання впливу на баланс потужності та частоти, а також вибору відповідних заходів щодо компенсації наслідків в результаті їх дії та відновлення нормального режиму роботи системи. На стор. 61 – 65 дисертаційної роботи розглянуто дію проєктних та позапроєктних збурень на електроенергетичну систему. За якими ознаками у роботі було класифіковано збурення на проєктні та позапроєктні і як така класифікація впливає на подальше автоматизоване управління балансом потужності та частоти?

2. Моделювання електроенергетичної системи за умов дії проєктних та позапроєктних збурень потребує врахування не лише режимних параметрів, а й імовірнісного характеру зміни станів її елементів та фіксації даних про ці зміни. На стор. 100 – 105 дисертаційної роботи наведено стохастичну модель, а на стор. 112–114 – табличну модель, які є складовими комплексної імітаційної моделі електроенергетичної системи. Яким чином у стохастичній моделі визначається надійність елементів системи та яку роль виконує таблична модель під час фіксації параметрів, станів і результатів моделювання?

3. Регулювання балансу потужності та частоти в електроенергетичній системі потребує врахування взаємозв'язку між активною потужністю генерації та споживанням, а також частотою. На стор. 136 – 145 дисертаційної роботи наведено динамічну модель управління балансом потужності та частоти електроенергетичної системи. Як у запропонованій динамічній моделі враховано взаємозв'язок між небалансом активної потужності та зміною частоти, а також яку роль в цій моделі відіграють контур первинного та вторинного регулювання?

4. Оцінювання ефективності функціонування електроенергетичної системи за умов дії проєктних та позапроєктних збурень потребує врахування сукупності характеристик, які відображають об'єм поставки, об'єм споживання та якість електричної енергії. На стор. 160 – 172 дисертаційної роботи запропоновано метод оцінки ефективності поставки електричної енергії на основі частинних критеріїв. За яким принципом були вибрані частинні критерії: об'єму, якості та ефективності поставки електричної енергії та як ці критерії відображають стан електроенергетичної системи за умов дії проєктних та позапроєктних збурень?

Наведені зауваження мають рекомендаційний характер і не знижують загальної позитивної оцінки роботи.

Рівень виконання поставленого наукового завдання

Високий рівень розв'язання поставлених завдань в дисертаційній роботі Зубака Віктора Валерійовича полягає у розробленні моделей і методів автоматизованого управління балансом потужності та частоти електроенергетичної системи для підвищення ефективності її функціонування за умов дії проєктних та позапроєктних збурень. В дисертаційній роботі запропоновано комплексний підхід, що поєднує імітаційне, об'єктно-орієнтоване, математичне, стохастичне, табличне та динамічне моделювання електроенергетичної системи, а також удосконалений метод автоматизованого структурно-параметричного управління балансом потужності та частоти.

Повнотою викладення результатів досліджень в наукових публікаціях за темою дисертації.

Повнота отриманих наукових результатів дисертації у повній мірі висвітлено у 15 публікаціях, з них 7 – у спеціалізованих наукових виданнях, 8 – доповіді і тези доповідей на міжнародних конференціях.

Кількість публікацій за темою дисертаційної роботи та часовий інтервал, на якому вони публікувалися, достатньо великі. В них повно відображені наукові положення дисертації. При оприлюдненні наукових результатів було дотримано вимоги «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», згідно Постанови КМУ №44 від 12.01.2022, із змінами.

Відсутність порушень академічної доброчесності.

За результатами ознайомлення з дисертаційною роботою та науковими публікаціями Зубака В. В. підстав для встановлення порушень академічної доброчесності не виявлено. Зміст дисертації свідчить про дотримання здобувачем принципів наукової етики, коректного використання джерел інформації, належного представлення результатів дослідження та відповідального ставлення до оприлюднення власних наукових напрацювань.

У тексті дисертаційної роботи використані джерела супроводжуються відповідними посиланнями, що забезпечує можливість ідентифікувати походження запозичених положень, теоретичних підходів і результатів інших авторів.

Результати дисертаційного дослідження пройшли апробацію шляхом опублікування у фахових наукових виданнях України, а також у виданнях, що індексуються у міжнародних наукометричних базах.

Під час аналізу роботи не встановлено ознак академічного плагіату, самоплагіату, фабрикації чи фальсифікації результатів, а також некоректного запозичення праць інших авторів.

Отже, дисертаційна робота Зубака Віктора Валерійовича відповідає вимогам академічної доброчесності. Підстав для сумнівів щодо самостійності виконаного дослідження, достовірності представлених результатів та коректності використання наукових джерел не виявлено.

Значимість отриманих результатів для практичного використання.

Практичні положення дисертаційного дослідження впроваджено в Національному університеті «Одеська політехніка» при підготовці бакалаврів та магістрів за напрямом «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» в Інституті штучного інтелекту та робототехніки (ІШІР) на кафедрі «Програмних і комп'ютерно-інтегрованих технологій» при викладанні наступних дисциплін: Моделювання процесів і систем; Автоматизація виробничих процесів.

Результати дисертаційного дослідження впроваджені в ТОВ «ТК ПРОЕКТ», що дозволило пришвидшити аналіз ефективності електроенергетичної системи на етапі проєктування системи електропостачання.

Проведені здобувачем дослідження відповідають планам Національного університету «Одеська політехніка», затверджених МОНУ в держбюджетній НДР №228-55 за темою «Аналіз надійності експлуатації електроенергетичної системи» (№ 0122U201192) та НДР № 253-47 за темою «Моделі та методи термодеструкції органічної сировини довільного складу за рахунок автоматичного керування подачі сировини» (№ 0124U004588).

Оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності

Автор дисертаційної роботи Зубак Віктор Валерійович на тему «Моделі та методи автоматизованого управління балансом потужності та частоти електроенергетичної системи для підвищення її ефективності за умов дії проєктних та позапроєктних збурень» продемонстрував повне оволодіння методологією наукового пізнання, що відповідає вимогам ОНП 3-го рівня за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Застосована методологія наукового дослідження для досягнення мети дисертаційного дослідження узгоджується з цілями освітньо-наукової програми третього рівня за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Вона сприяє формуванню у здобувача науково-педагогічних компетентностей, необхідних для самостійного проведення наукового дослідження, підготовки та захисту дисертації за обраною спеціальністю, а також для оволодіння методологією наукової і викладацької діяльності у закладах вищої освіти та наукових установах. Такий методологічний підхід спрямований на розвиток системного мислення, творчого потенціалу та здатності розв'язувати складні науково-прикладні задачі у галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування».

Отримані наукові результати дисертаційної роботи відповідають програмним, предметним, фаховим та інноваційним компетентностям освітньо-наукової програми третього рівня за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Висновок

Сукупність поданих матеріалів дає підстави стверджувати, що дисертаційна робота Зубака Віктора Валерійовича «Моделі та методи автоматизованого управління балансом потужності та частоти електроенергетичної системи для підвищення її ефективності за умов дії проєктних та позапроєктних збурень» є завершеним самостійним науковим дослідженням. У роботі отримано нові науково обґрунтовані результати, які у своїй сукупності розв'язують актуальну наукову задачу підвищення ефективності функціонування електроенергетичної системи за умов дії проєктних та позапроєктних збурень шляхом розроблення комплексної імітаційної моделі електроенергетичної системи, удосконалення методу автоматизованого структурно-параметричного управління балансом потужності та частоти, розроблення динамічної моделі електроенергетичної системи та розроблення методу оцінки ефективності поставки електричної енергії за узагальненим критерієм згортки частинних критеріїв.

Науковий рівень дисертаційної роботи та публікацій здобувача відповідає вимогам п.п. 5–9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою КМ України № 44 від 12.01.2022, зі змінами, оскільки наведені в ній науково обґрунтовані результати у сукупності розв'язують актуальне наукове завдання підвищення ефективності функціонування електроенергетичної системи за умов дії проєктних та позапроєктних збурень.

Вважаю, що автор дисертації «Моделі та методи автоматизованого управління балансом потужності та частоти електроенергетичної системи для підвищення її ефективності за умов дії проєктних та позапроєктних збурень» Зубак Віктор Валерійович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування».

Рецензент

кандидат технічних наук, доцент,
заступник директора
навчально-наукового інституту
штучного інтелекту та робототехніки
Національного університету
«Одеська політехніка»

Ольга ТАРАХТІЙ