

**Проект рішення
разової спеціалізованої вченої ради
про присудження ступеня доктора філософії**

Здобувач ступеня доктора філософії – Дмитро Зибалов, 1985 року народження, громадянин України, освіта – вища: у 2007 році закінчив Національний гірничий університет і отримав повну вищу освіту за спеціальністю «Системи управління і автоматики» та здобув кваліфікацію інженера-системотехніка, з 2022р. аспірант кафедри кіберфізичних та інформаційно-вимірювальних систем Національного технічного університету «Дніпровська політехніка», м. Дніпро.

Разова спеціалізована вчена рада утворена рішенням Вченої ради Національного технічного університету «Дніпровська політехніка», МОН України, м. Дніпро від 23 квітня 2026 року, протокол номер 14 у складі:

Голова разової ради:

Алексєєв Михайло Олександрович, доктор технічних наук, завідувач кафедри програмного забезпечення Національного технічного університету «Дніпровська політехніка».

Рецензенти:

1. **Новицький Ігор Валерійович**, доктор технічних наук, професор кафедри кіберфізичних та інформаційно-вимірювальних систем Національного технічного університету «Дніпровська політехніка»;

2. **Кошеленко Євгеній Валерійович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри електроенергетики Національного технічного університету «Дніпровська політехніка».

Офіційні опоненти:

1. **Гунько Ірина Олександрівна**, доктор технічних наук, доцент кафедри електричних станцій та систем Вінницького національного технічного університету;

2. **Положаєнко Сергій Анатолійович**, доктор технічних наук, завідувач кафедри комп'ютеризованих систем та програмних технологій Національного університету «Одеська політехніка»

Відомості про членів разової спеціалізованої вченої ради додаються.

На засіданні «12» червня 2026 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування» Зибалову Дмитру Сергійовичу на підставі відкритого публічного захисту дисертації **«Автоматизація процесів керування автономними малопотужними фотоелектричними установками»** за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Дисертацію виконано на кафедрі кіберфізичних та інформаційно-вимірювальних систем у Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка», МОН України, м. Дніпро.

Науковий керівник:

Науковий керівник: Бубликов Андрій Вікторович, доктор технічних наук, завідувач кафедри кіберфізичних та інформаційно-вимірювальних систем Національного технічного університету «Дніпровська політехніка».

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису, українською мовою.

У дисертації вирішено **актуальну наукову задачу**, що полягає у підвищенні ефективності функціонування автономних фотоелектричних установок шляхом розроблення адаптивного методу керування просторовою орієнтацією сонячного фотоелектричного перетворювача з урахуванням поточних умов інсоляції та рівня хмарності. Запропоновані підходи забезпечують автоматичний вибір раціонального режиму орієнтації фотоелектричного перетворювача, підвищення ефективності використання сонячної енергії за різних погодних умов, зменшення енергетичних втрат та спрощення технічної реалізації системи керування, що має важливе практичне значення для розвитку автономних сонячних енергетичних установок.

Наукова новизна роботи полягає в запропонованні підходу до адаптивного керування просторовою орієнтацією фотоелектричного перетворювача, який базується на аналізі енергетичних характеристик генерації електричної енергії за змінних умов інсоляції, які зумовлені впливом хмарності. Запропоновано інформаційний критерій оцінювання ступеня хмарності на основі вибіркового коефіцієнта варіації потужності фотоелектричного перетворювача, що дозволяє здійснювати адаптивний вибір режиму його просторового позиціонування без використання додаткових метеорологічних засобів вимірювання. Удосконалено критерій оцінювання ефективності функціонування автономної фотоелектричної системи шляхом переходу до оцінювання корисного енергетичного ефекту з урахуванням витрат на переміщення перетворювача та його експлуатаційне обслуговування. Обґрунтовано доцільність адаптивного перемикання між режимами орієнтації за положенням Сонця, екстремального пошуку та горизонтального положення залежно від енергетичного стану системи та рівня хмарності. Удосконалено імітаційну модель системи керування, яка дозволяє комплексно враховувати астрономічні, метеорологічні та експлуатаційні фактори для оцінювання ефективності запропонованих алгоритмів керування.

Практичні результати дисертаційного дослідження мають суттєве практичне значення для підвищення ефективності роботи фотоелектричних установок, зокрема: запропоновано алгоритмічну реалізацію адаптивного керування положенням СФП, у якій режим позиціонування обирається за значенням ковзного коефіцієнта варіації потужності та поточним розрахунковим положенням Сонця; розроблено алгоритм перемикання режимів керування СФП, який залежно від стану хмарності визначає оптимальне положення СФП у просторі: у сонячну погоду та за умови незначної хмарності забезпечується екстремальне стеження за максимальною потужністю, за умови суцільної

хмарності - переведення СФП у горизонтальне положення для використання розсіяної радіації; розроблено програмно-апаратний комплекс, який дозволяє провести оцінку миттєвої потужності, яку генерує СФП, та здійснює запис результатів у файл з прив'язкою до часових міток, що забезпечує можливість подальшого аналізу динаміки генерації, оцінювання статистичних характеристик (зокрема середнього значення, дисперсії та коефіцієнта варіації), а також порівняння ефективності різних алгоритмів керування в умовах змінних метеорологічних умов.

Результати досліджень впроваджені на кафедрі кіберфізичних та інформаційно-вимірювальних систем Національного технічного університету “Дніпровська політехніка” в навчальний процес підготовки здобувачів вищої освіти за спеціальністю G7 «Автоматизація, комп’ютерно-інтегровані технології та робототехніка». Матеріали дисертації використано при оновленні змісту лекційних та лабораторних занять з дисциплін, що охоплюють питання автоматизації систем керування, а саме в рамках дисциплін “Моделювання вимірювальних систем”, “Інформаційно-вимірювальні системи” та “Проектування інформаційно-вимірювальних систем” при підготовці бакалаврів та магістрів.

Результатами наукових досліджень опубліковано в наукових фахових виданнях:

1. Д.С. Зибалов, “Дослідження впливу на згенеровану потужність кута падіння сонячних променів на поверхню сонячного фотоелектричного перетворювача”, Енергетика і автоматика, №5 2022 р. (Наукове фахове видання України (Категорія "Б")).

URL: <https://doi.org/10.31548/energiya2022.05.062>

2. Д.С. Зибалов, “Вимірювання опору за допомогою розбалансованого вимірювального моста Уйтсона”, Енергетика і автоматика, №2, 2024р . (Наукове фахове видання України (Категорія "Б")).

URL: [https://doi.org/10.31548/energiya2\(72\).2024.162](https://doi.org/10.31548/energiya2(72).2024.162)

3. Д.С. Зибалов, К.В. Соснін, “Підвищення ефективності фотоелектричного перетворювача методом пошуку точки максимальної потужності ”, Енергетика і автоматика, №5 2025 р. (Наукове фахове видання України (Категорія "Б")).

URL: [https://doi.org/10.31548/energiya5\(81\).2025.103](https://doi.org/10.31548/energiya5(81).2025.103)

4. Д.С. Зибалов, “Моделювання сонячного фотоелектричного перетворювача в спеціалізованому програмному середовищі MATLAB”, Енергетика і автоматика, №6 2025 р. (Наукове фахове видання України (Категорія "Б")).

URL: [https://doi.org/10.31548/energiya6\(82\).2025.100](https://doi.org/10.31548/energiya6(82).2025.100)

5. Д.С. Зибалов, “Вплив кута нахилу сонячного фотоелектричного перетворювача на генеровану потужність в умовах хмарності та статистичний критерій доцільності трекінгу”, Енергетика і автоматика, №2 2026 р. (Наукове фахове видання України (Категорія "Б"))

Результати наукових досліджень апробовано на наукових конференціях з публікацією тез:

1. Зибалов Д.С. Моделювання алгоритму MPP в MATLAB. Молодь: наука та інновації: матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, Дніпро, 12–14 листопада 2025 року: у 3-х т. / Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» – Дніпро : НТУ «ДП», 2025. Том 2. 378 с.;

2. Зибалов Д.С. Оптимізована методика розрахунку магнітного підсилювача з тороїдальним сердечником для регулювання напруги. Молодь: наука та інновації 2024 матеріали XII Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених / Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»;

3. Зибалов Д.С. Метод вимірювання хвильового опору коаксіального дроту. 175 ст. «Наукова весна» 2025: матеріали XV Міжнародної науково-технічної конференції аспірантів та молодих вчених, Дніпро, 26–28 березня 2025 року / Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»;

4. Зибалов Д.С. Протоколи обміну інформацією у системах інтернет речей «Наукова весна» 2023: матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, Дніпро, 1–3 березня 2023 року / Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»;

5. Зибалов Д.С. Методика побудови інформаційної системи інтернет речей. Молодь: наука та інновації: матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, Дніпро, 23–25 листопада 2022 року / Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» – Дніпро : НТУ «ДП», 2022 – 572 с.

У дискусії взяли участь голова і члени спеціалізованої вченої ради та присутні на захисті фахівці.

Рецензент, професор Новицький Ігор Валерійович.

Запитання 1. У дисертаційній роботі розглядаються питання автоматизації процесів керування автономними малопотужними фотоелектричними установками. Разом з тим, у структурі досліджуваної системи відсутні акумулюючі пристрої. Чим обґрунтовано таке обмеження та наскільки отримані результати можуть бути поширені на фотоелектричні установки, що працюють у складі систем накопичення енергії?

Відповідь здобувача Зибалова Дмитра Сергійовича.

Відсутність акумулюючих пристроїв обумовлена тим, що в роботі досліджувалися процеси генерування енергії та керування орієнтацією фотоелектричної установки. Накопичення енергії не входило до предмета дослідження і не впливає на роботу запропонованих алгоритмів. Тому отримані

результати можуть бути застосовані також у системах, що містять накопичувачі енергії.

Запитання 2. Чим обґрунтовано вибір методу покоординатного спуску для оптимізації в задачі керування фотоелектричною установкою, і чому було достатньо одного проходу алгоритму, враховуючи можливу нелінійність та змінність зовнішніх умов?

Відповідь здобувача Зибалова Дмитра Сергійовича.

Метод покоординатного спуску обрано через його простоту, низьку обчислювальну складність та достатню точність для задачі з обмеженим числом керованих параметрів. Умови задачі є слабо нелінійними та змінюються повільніше, ніж період прийняття рішень, тому одного проходу достатньо для досягнення практично оптимального рішення без значного зростання обчислювальних витрат.

Професор Алексєєв Михайло Олександрович.

Ігор Валерійович, чи задоволені Ви відповідями здобувача?

Професор Новицький Ігор Валерійович.

Так, цілком задоволений.

Рецензент, доцент Кошеленко Євгеній Валерійович.

Запитання 1. В умовах мінливої хмарності показники потужності змінюються дуже динамічно. Чи не призводить це до того, що алгоритм змушує систему постійно перемикатися між статичним режимом та режимом активного трекінгу?

Відповідь здобувача Зибалова Дмитра Сергійовича.

Ні, така проблема не виникає, оскільки в алгоритмі передбачено інерційність прийняття рішень та порогові умови перемикання режимів. Це означає, що система реагує не на миттєві флуктуації потужності через хмарність, а на усереднені або статистично стійкі зміни. Завдяки цьому виключається часте “дрижання” між статичним режимом і трекінгом, а перемикання відбувається лише при стійкій зміні умов освітлення.

Запитання 2. Чи обмежується економічний ефект від впровадження запропонованих рішень лише збільшенням обсягу виробленої електроенергії, чи також враховуються інші складові ефективності системи?

Відповідь здобувача Зибалова Дмитра Сергійовича.

Економічний ефект не обмежується лише приростом виробленої електроенергії. У розрахунках враховано також енергетичні витрати на переміщення фотоелектричного модуля та експлуатаційні втрати, зумовлені зносом мотопідвісів. Таким чином, ефект визначається як баланс між додатковою генерацією та сумарними витратами на реалізацію процесу керування і механічне забезпечення трекінгу.

Професор Алексєєв Михайло Олександрович.

Євгенію Валерійовичу, чи задоволені Ви відповідями здобувача?

Доцент Кошеленко Євгеній Валерійович.

Так, цілком задоволений.

Офіційний опонент, професор Положаєнко Сергій Анатолійович.

Запитання 1. Чим обґрунтована необхідність центрування вибірки під час розрахунку коефіцієнта варіації та який вплив ця процедура має на достовірність оцінювання мінливості досліджуваного параметра.

Відповідь здобувача Зибалова Дмитра Сергійовича.

Центрування вибірки виконувалося не для безпосереднього розрахунку коефіцієнта варіації, а на етапі попередньої обробки даних з метою усунення впливу постійної складової та аналізу відхилень від середнього значення. Такий підхід дозволяє коректно оцінити структуру варіації досліджуваного параметра та уникнути спотворення результатів, пов'язаного зі зміщенням вибірки. При цьому значення коефіцієнта варіації визначалося на основі стандартного відхилення та середнього значення вихідних даних, тому центрування не впливає на його математичний зміст, а лише забезпечує коректність подальшого статистичного аналізу.

Запитання 2. Чому для оцінювання стану атмосфери використано непрямі ознаки у вигляді параметрів генерації фотоелектричного перетворювача, а не прямі методи вимірювання хмарності?

Відповідь здобувача Зибалова Дмитра Сергійовича.

Метою роботи було створення системи керування, здатної функціонувати без додаткових спеціалізованих сенсорів. Оскільки саме потужність фотоелектричного перетворювача визначає ефективність роботи установки, її використання як інформаційного параметра забезпечує оцінювання погодних умов безпосередньо в контексті енергетичного стану системи.

Запитання 3. Чому в роботі використано дискретне керування, а не безперервне відстеження оптимального положення фотоелектричного перетворювача?

Відповідь здобувача Зибалова Дмитра Сергійовича.

Зміна положення Сонця є відносно повільним процесом, тому безперервне керування не забезпечує суттєвого приросту виробленої енергії. Дискретне керування дозволяє значно зменшити кількість переміщень виконавчих механізмів та власне енергоспоживання системи позиціонування.

Професор Алексєєв Михайло Олександрович.

Сергій Анатолійович, чи задоволені Ви відповідями здобувача?

Професор Положаєнко Сергій Анатолійович.

Так, цілком задоволений.

Офіційний опонент, доцент Гунько Ірина Олександрівна.

Запитання 1. Наскільки універсальними є запропоновані порогові значення коефіцієнта варіації для класифікації погодних умов та чи потребують вони коригування при використанні інших типів фотоелектричних модулів?

Відповідь здобувача Зибалова Дмитра Сергійовича.

Запропоновані порогові значення коефіцієнта варіації базуються на аналізі відносної мінливості генерованої потужності, тому їх застосовність значною мірою не залежить від номінальної потужності чи конструктивних

особливостей фотоелектричного модуля. Оскільки коефіцієнт варіації є безрозмірним статистичним показником, він характеризує саме стабільність процесу генерації, що визначається переважно погодними умовами.

Запитання 2. Чи може запропонований алгоритм бути ефективно застосований не лише в автономних малопотужних фотоелектричних установках, а й у потужних електроенергетичних системах, оснащених трекерними системами відстеження Сонця?

Відповідь здобувача Зибалова Дмитра Сергійовича.

Так, запропонований алгоритм не має принципових обмежень щодо встановленої потужності фотоелектричної системи, оскільки базується на аналізі статистичних характеристик генерованої потужності та погодних умов. Тому він може бути застосований і в потужних електроенергетичних установках із трекерними системами. Більше того, зі збільшенням потужності фотоелектричного перетворювача економічний ефект від оптимізації режимів стеження зростає. У таких системах алгоритм дозволяє уникати енергетично недоцільних переміщень трекера за умов хмарності, зменшуючи власне споживання електроенергії та механічний знос обладнання без суттєвої втрати генерації. Це свідчить про масштабованість і практичну придатність запропонованого підходу для фотоелектричних систем різної потужності.

Запитання 3. Які технічні обмеження можуть виникати при масштабуванні запропонованого алгоритму на потужні фотоелектричні системи з трекерним відстеженням Сонця?

Відповідь здобувача Зибалова Дмитра Сергійовича.

Основні обмеження пов'язані не з самим алгоритмом, а з особливостями великих фотоелектричних станцій. У масштабних системах спостерігається просторова неоднорідність хмарності, коли різні ділянки фотоелектричного поля перебувають у різних погодних умовах одночасно. У такому випадку аналіз потужності окремого інвертора або групи модулів може бути недостатньо репрезентативним для всієї станції.

Професор Алексєєв Михайло Олександрович.

Ірина Олександрівна, чи задоволені Ви відповідями здобувача?

Доцент Гунько Ірина Олександрівна.

Так, цілком задоволена.

Професор Алексєєв Михайло Олександрович.

Запитання 1. Чому при розробці алгоритму не враховувалась інерційність виконавчих механізмів системи позиціонування?

Відповідь здобувача Зибалова Дмитра Сергійовича.

Характерний час зміни положення фотоелектричного перетворювача є значно меншим за інтервал прийняття керуючих рішень. Тому вплив динаміки виконавчих механізмів на загальну ефективність алгоритму є несуттєвим і може бути знехтуваний.

Запитання 2. Чому у вашій реалізації обрано саме ковзне вікно тривалістю 15 хвилин для розрахунку статистичних характеристик потужності фотоелектричного перетворювача?

Відповідь здобувача Зибалова Дмитра Сергійовича.

Вибір 15-хвилинного ковзного вікна обґрунтований тим, що на такому інтервалі добовий тренд зміни сонячної інсоляції є квазісталим і змінюється незначно.

Запитання 3. Чи враховується вплив дискретизації часу на стійкість алгоритму оцінювання стану та як це пов'язано з критерієм Найквіста-Шеннона у вашій реалізації?

Відповідь здобувача Зибалова Дмитра Сергійовича.

Так, вплив дискретизації враховується через вибір частоти опитування, яка суттєво перевищує максимальну характерну частоту змін інсоляції та пов'язаних флуктуацій потужності. Згідно з критерієм Найквіста-Шеннона, така частота дискретизації виключає накладання спектрів.

Професор Алексєєв Михайло Олександрович.

Я цілком задоволений Вашими відповідями.

Зауваження рецензента проф. Новицького Ігоря Валерійовича за результатами вивчення дисертації.

Рецензія позитивна. Зауваження і дискусійні положення:

1. Не зовсім зрозуміло для чого в розділі 3.2.1 виконується спектральний аналіз потужності сонячної генерації, якщо отримані результати в подальшому не використовуються.

2. Дисертація має експериментальний характер і багато висновків базується на результатах експерименту. В той же час вихідний статистичний матеріал не завжди обробляється згідно з методами математичної статистики.

3. На наш погляд, робота дещо перевантажена відомим матеріалом, який викладається дуже детально.

4. В розділі 4.2 обґрунтовано стратегію керування СФУ при відсутності хмар (в ясну погоду). Але в роботі відсутнє обґрунтування (з кількісними показниками) способу керування об'єктом в умовах мінливої хмарності.

5. У роботі в певних її фрагментах (наприклад, у анотації) розроблений алгоритм називається оптимальним. Це не вірно, оскільки обґрунтований в четвертому розділі критерій ефективності використовується лише для порівняння альтернатив (способів керування), а доведення оптимальності розробленого алгоритму в роботі немає.

Відповіді здобувача Зибалова Дмитра Сергійовича на зауваження рецензента проф. Новицького Ігоря Валерійовича.

Дякую шановному рецензенту за ґрунтовний аналіз дисертаційної роботи та висловлені зауваження. Із зауваженнями щодо обґрунтування в умовах хмарності "п.4", обмеженості статистичної обробки експериментальних даних "п.2", перевантаження окремих фрагментів загальновідомим матеріалом "п.3" та використання терміна "оптимальний" без строгого доведення "п.5" - погоджуюся повністю або частково, оскільки вони стосуються уточнення, повноти викладення та термінологічної коректності.

Водночас з зауваженням “п.1” незгодний, оскільки спектральний аналіз потужності сонячної генерації в розділі 3.2.1 виконувався не як самостійний етап алгоритму керування, а для дослідження часової структури змін генерованої потужності та виявлення характерних частотних складових, обумовлених погодними факторами.

Зауваження рецензента доц. Кошеленка Євгенія Валерійовича за результатами вивчення дисертації.

Рецензія позитивна. Зауваження і дискусійні положення:

1. У роботі виконане моделювання продуктивності фотоелектричного модуля з обмеженням вихідної потужності, що може бути характерним для деяких режимів і не охоплює всі типові режими експлуатації фотоелектричних модулів.

2. Моделювання та експеримент виконані для одностороннього фотоелектричного модуля, у той час як набувають все більшого поширення двосторонні модулі, які можуть забезпечувати додаткову ефективність за рахунок випромінювання, відбитого від землі, у тому числі в режимі високої хмарності.

3. Моделювання показників економічної ефективності виконане відносно тарифу на електричну енергію для побутових споживачів. У той же час, створення слідкуючих систем найбільш актуальним є для станцій малих та середніх промислових станцій, які мають відмінні тарифи, що може забезпечити покращення показників економічної ефективності запропонованих рішень.

4. У тексті роботи наявні орфографічні, граматичні та пунктуаційні помилки у допустимій кількості. Зазначені недоліки і зауваження не є принциповими і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи Зибалова Д.С., її наукову новизну і практичну цінність.

Відповіді здобувача Зибалова Дмитра Сергійовича на зауваження рецензента доц. Кошеленка Євгенія Валерійовича.

Дякую шановному опоненту за уважний розгляд дисертаційної роботи та висловлені зауваження. З всіма зауваженнями погоджуюсь, крім “п.1”. У роботі розглядається автономна фотоелектрична система, для якої режими роботи з обмеженням вихідної потужності є типовими та практично значущими. Таке обмеження зумовлене особливостями роботи акумуляторних батарей, контролерів заряду, інверторів та споживачів електроенергії, а тому відповідає реальним умовам експлуатації автономних фотоелектричних установок. Метою дослідження було розроблення та оцінка ефективності алгоритму керування трекерною системою саме для зазначеного класу систем. При цьому запропонований підхід не містить принципових обмежень щодо застосування в інших режимах роботи фотоелектричних модулів, оскільки базується на аналізі часових змін генерованої потужності та не залежить від конкретного механізму формування вихідної характеристики системи.

Зауваження офіційного опонента, проф Положаєнка Сергія Анатолійовича за результатами вивчення дисертації.

Відгук позитивний. Дискусійні положення і зауваження:

1. Застосування методу Ньютона-Рафсона для розв'язання рівняння моделі одного діода в цілому є коректним підходами чисельного розв'язання нелінійних рівнянь. Разом із тим, у роботі доцільно було б коротко окреслити вибір цього методу у порівнянні з іншими стандартними підходами, зокрема методом простої ітерації, методом бісекції, методом хорд чи методом фіксованої точки. Таке порівняння повніше б обґрунтувало ефективність вибору методу Ньютона-Рафсона для вирішення нелінійного рівняння моделі одного діода. Загалом зауваження має рекомендаційний характер і не знижує загальної позитивної оцінки виконаного моделювання.

2. У роботі доцільним є більш чітке розмежування внеску класичних методів сонячного трекінгу та запропонованого адаптивного підходу, що дозволило б ще наочніше підкреслити отримані переваги. Водночас зазначене зауваження має рекомендаційний характер і не зменшує загальної наукової цінності виконаного дослідження.

3. Потребує певного додаткового пояснення вибір вибіркового коефіцієнта варіації як інформаційного параметра, зокрема у порівнянні з іншими можливими статистичними характеристиками сигналу потужності, такими як дисперсія, середньоквадратичне відхилення, медіана, міжквартильний розмах, а також показники асиметрії та ексцесу, що могло б ще більш обґрунтувати його доцільність у запропонованому підході.

4. Доцільно було б розглянути більш детально вплив квантування вимірювальних сигналів на точність прийняття рішень у системі керування, зокрема з урахуванням розрядності аналого-цифрового перетворювача, рівня шумів вимірювального тракту та частоти дискретизації сигналу потужності. Проведення такого аналізу дозволило б більш повно оцінити чутливість запропонованого алгоритму до похибок цифрового вимірювання.

5. Ілюстративний матеріал та графічне представлення результатів дослідження загалом є інформативними та достатньо наочно відображають основні залежності й отримані результати, проте, окремі рисунки та таблиці могли б бути більш деталізованими з точки зору розшифрування позначень, одиниць вимірювання та пояснення окремих параметрів. Це дозволило б ще більш полегшити сприйняття матеріалу читачем, а також забезпечити однозначність інтерпретації наведених результатів дослідження.

Відповіді здобувача Зибалова Дмитра Сергійовича на зауваження офіційного опонента проф. Положаєнка Сергія Анатолійовича.

Дякую шановному опоненту за висловлені зауваження та рекомендації. Із зауваженнями щодо доцільності більш детального обґрунтування вибору методу Ньютона-Рафсона “п. 1” та більш чіткого акцентування відмінностей запропонованого адаптивного підходу від класичних методів сонячного

трекінгу “п. 2” загалом погоджуюся, оскільки зазначені аспекти могли б додатково покращити повноту викладення матеріалу. Також частково погоджуюся із зауваженням щодо вибору коефіцієнта варіації як інформаційного параметра “п. 3”, оскільки наведення ширшого порівняння з іншими статистичними характеристиками могло б додатково підсилити аргументацію запропонованого підходу.

Водночас із зауваженнями щодо необхідності детального аналізу впливу квантування вимірювальних сигналів на роботу системи керування “п. 4” та недостатньої деталізації окремих рисунків і таблиць “п. 5” повністю погодитися не можу. На мою думку, зазначені питання висвітлені в обсязі, достатньому для коректного розуміння отриманих результатів та сформульованих висновків.

Зауваження офіційного опонента, доц. Гунько Ірини Олександрівни за результатами вивчення дисертації.

Відгук позитивний. Дискусійні положення і зауваження:

1. У роботі загалом витримано належний науковий стиль викладення матеріалу, проте доцільно було б приділити більшу увагу уніфікації термінологічного апарату відповідно до чинних нормативних документів та сучасної науково-технічної практики, зокрема ДСТУ ISO 9488-2010, ДСТУ 8328-2015, ДСТУ 7503-2014. Узгодженість використання окремих термінів сприяла б підвищенню точності формулювань і покращенню сприйняття матеріалу фахівцями відповідного напрямку.

2. Під час викладення матеріалу здобувачу доцільно більш чітко розмежовувати поняття “втрати” та “витрати”, оскільки у технічній та економічній літературі ці терміни традиційно мають різне змістове значення. Так, термін “втрати” зазвичай використовується для характеристики електроенергетичних процесів і відповідних фізичних величин, тоді як поняття “витрати” частіше стосується економічних або ресурсних показників.

3. Формулювання першого та шостого пунктів наукової новизни могли б бути дещо конкретизовані та структуровані з позиції більш чіткого розмежування елементів наукової новизни та практичного значення отриманих результатів. У представленому вигляді зазначені положення значною мірою підкреслюють прикладний аспект виконаної роботи, що, безумовно, є позитивною характеристикою дослідження, хоча окремі формулювання могли б бути подані у більш академічно акцентованій формі.

4. У процесі ознайомлення з роботою були помічені окремі незначні розбіжності між посиланнями, наведеними у тексті, та позиціями у списку використаних джерел.

5. У розділі, присвяченому моделі хмарності, окремі параметри та позначення потребують більш чіткого уточнення одиниць вимірювання. Більш

детальне подання відповідних величин сприяло б однозначності інтерпретації результатів моделювання та підвищило б рівень сприйняття матеріалу.

6. Робота містить значний обсяг теоретичного матеріалу та узагальнення відомих положень, що свідчить про ґрунтовне опрацювання автором наукових джерел за тематикою дослідження. Разом із тим окремі фрагменти оглядового характеру могли б бути подані у більш стислому та узагальненому вигляді з акцентуванням основної уваги саме на авторських результатах, методах і практичних аспектах проведеного дослідження.

7. Текст роботи загалом викладено на належному науковому рівні та характеризується достатньою змістовністю, проте місцями зустрічаються окремі стилістичні неточності, граматичні помилки та нестандартні мовні особливості викладення. Крім того, окремі рисунки та графічні матеріали могли б бути подані з вищою якістю візуального оформлення та чіткішою деталізацією окремих елементів, що сприяло б кращому сприйняттю й інтерпретації представлених результатів дослідження.

Відповіді здобувача Зибалова Дмитра Сергійовича на зауваження офіційного опонента доц. Гунько Ірини Олександрівни.

Із всіма зауваженнями погоджуюсь. Висловлені зауваження 4 та 6 є слушними та мають переважно рекомендаційний, редакційний або уточнювальний характер. Однак, вони не впливають на достовірність отриманих результатів, обґрунтованість висновків та загальну наукову цінність дисертаційної роботи.

У цілому вказані зауваження не знижують наукової та практичної цінності отриманих результатів, а також не впливають на загальну позитивну оцінку проведеного дисертаційного дослідження.

Результати відкритого голосування:

«За» 5 членів ради,
«Проти» 0 членів ради,
«Утрималися» 0 членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує Зибалову Дмитру Сергійовичу ступінь доктора філософії з галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування» за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Голова разової спеціалізованої
вченої ради



Михайло Алексєєв

Михайло Алексєєв