

## ВІДГУК

офіційного опонента

д.т.н., доцента, Тимчука Сергія Олександровича

на дисертаційну роботу Мірошника Анатолія Миколайовича

«Удосконалення моделей та методів аналізу і синтезу систем логічно-динамічного управління складними рухомими об'єктами»,

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

### Актуальність теми

Ефективне управління складними промисловими системами, що використовуються в різних галузях, потребує розробки адаптивних систем керування. Ці системи здатні динамічно підлаштовуватися до мінливих умов роботи, забезпечуючи швидку та точну реакцію на зміни. Традиційні методи керування не завжди відповідають цим вимогам, тому виникає потреба у нових, універсальних та простих алгоритмах.

Дисертаційна робота Мірошника Анатолія Миколайовича присвячена цій актуальній темі. Її мета - розробити нові та вдосконалити існуючі моделі, методи та алгоритми адаптивного цифрового керування промисловими та високошвидкісними об'єктами.

Основні напрямки дослідження:

- удосконалення моделей та алгоритмів адаптивного керування високошвидкісними об'єктами;
- розробка методів ідентифікації параметрів об'єктів керування;
- створення методів та моделей формуючих фільтрів, що дозволяють будувати регулятори, ідентифікатори та фільтри з додатковими параметричними входами та виходами;
- забезпечення стійкості роботи цифрових формуючих, адаптивних та керованих фільтрів.

Дослідження, результати яких викладені в дисертаційній роботі, виконані

відповідно плану науково-дослідних робіт кафедри «Автоматики і управління в технічних системах» в рамках наукової програми №д/р 0123U100245 "Тепло-електрична сонячна установка для енергозабезпечення в умовах пошкодження інфраструктури" 2023-2024 рр. в НТУ «ХП», в якій здобувач брав участь у якості виконавця.

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

Висновки та положення, викладені в дисертаційній роботі Мірошника Анатолія Миколайовича, ґрунтовно підтверджуються з наукової та технічної точки зору.

Дисертант спирався на математичні методи для опису та аналізу систем керування, що дозволило йому чітко сформулювати завдання дослідження та отримати точні результати. Ці методи дозволили автору дослідити статистичні властивості даних, що стосуються систем керування, та зробити висновки щодо їх поведінки. Завдяки цим методам автор зміг створити віртуальні моделі систем керування та дослідити їх поведінку в різних умовах, що дало йому можливість отримати цінні дані без проведення дорогих та ризикованих експериментів. Дисертант використовував сучасне програмне забезпечення для виконання складних розрахунків та аналізу даних, що гарантувало точність та надійність його результатів.

Таким чином, дослідження Мірошника Анатолія Миколайовича мають міцну наукову та технічну основу, що підтверджується використанням сучасних методів дослідження та практичною перевіркою результатів.

### **Достовірність результатів досліджень.**

Дослідження виконані з використанням сучасного математичного апарату та комп'ютерного моделювання. Результати перевірені шляхом проведення практичних експериментів. Експериментальні дані підтвердили обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

**До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне.**

Вперше запропоновано метод синтезу адаптивних моделей та регуляторів на

основі нових формуючих фільтрів, які мають додаткові апаратні входи для автоматичної корекції параметрів налаштування, що, на відміну від відомих методів, забезпечує динамічну адаптацію регуляторів в ході перехідних процесів.

Удосконалено вже існуючу універсальну модель адаптивного завадостійкого контуру керування рухомими одиницями автономних мобільних повітряних та наземних бездротових об'єктів, яка відрізняється від відомих моделей наявністю адаптивних індексного або структурно-параметричного ідентифікатора та формуючого фільтра в структурі адаптивного регулятора, об'єкта зі змінними параметрами та запізненням, шляхом ідентифікації поточних динамічних параметрів об'єкта керування, що обчислюються в реальному часі з урахуванням критерію гарантованого ступеня стійкості на основі поточних обчислень відносин випадкових корисних сигналів до перешкод. Це в сукупності реалізує процедури швидкодіючої динамічної адаптації зазначених параметрів і дає можливість при реалізації перспективних контурів керування підвищити, наприклад, дільничну швидкість поїздів, виключити обмежені психофізіологічні можливості машиністів, а отже, підвищити безпеку перевезень.

Подальший розвиток отримав науковий метод синтезу адаптивних контурів керування рухомими одиницями з безперервними та дискретними регуляторами, структура яких визначається формуючим фільтром регулятора, а параметри налаштування обчислюються формуючим фільтром моделі безперервно на основі методу індексної або структурно-параметричної завадостійкої ідентифікації та відомого критерію гарантованого ступеня стійкості у заданих межах зміни (в межах діапазону стійкості роботи цифрових формуючих, адаптивних та керованих фільтрів) значення оцінки відношення сигнал-перешкода, що забезпечує отримання виразів для параметрів налаштування цифрових регуляторів у вигляді алгебраїчних співвідношень та на відміну від існуючого критерію оптимізації (критерію максимального ступеня стійкості) враховує високий порядок характеристичного рівняння замкнутого контуру керування, для якого не можна аналітично знайти максимальний ступінь стійкості.

**Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.**

Практична цінність полягає у використанні результатів досліджень:

1) в Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» (м. Харків) при розробці і впровадженні в навчальний процес кафедри «Автоматики та управління у технічних системах».

#### **Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.**

Результати досліджень опубліковані у 31 роботі, серед яких: 10 публікацій у реферативній базі Scopus, 2 статті у міжнародній наукометричній базі Web of Science, 6 статей у наукових фахових виданнях України, 13 тезисів у матеріалах конференцій.

Участь здобувача у роботах, що опубліковані у співавторстві зазначена у дисертаційній роботі.

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44.

#### **Оцінка змісту дисертаційної роботи**

Дисертаційна робота Мірошника Анатолія Миколайовича складається з анотації – українською та англійською мовами, вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел, 6 додатків.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовані мета і задачі дослідження, показана наукова і практична цінність дослідження, описано зв'язок дисертації з науковими планами та темами, наведена апробація дисертаційної роботи і публікації.

У першому розділі зроблено огляд існуючих методів структурно-параметричної ідентифікації. Виявлено недоліки існуючих методів: незмінність структури моделі, значний час обчислень, неузгодженість параметрів.

У другому розділі обґрунтовано вибір методів для удосконалення моделей. Розроблено новий формуючий фільтр для корекції параметрів ідентифікації.

У третьому розділі запропоновано моделі та методи для аналізу та синтезу

систем логічно-динамічного управління. Отримано аналітичні вирази для оптимізації параметрів регулятора. Розроблено метод синтезу моделей дискретних регуляторів з заданими характеристиками. Розроблено метод синтезу моделі PID-регулятора з гарантованим ступенем стійкості.

У висновках описано отримані нові теоретичні та практичні результати в області структурно-параметричної ідентифікації та аналізу складних рухомих об'єктів. Розроблені нові моделі та методи, які дозволяють підвищити точність ідентифікації та покращити характеристики систем керування. Результати дисертації можуть бути використані для розробки більш ефективних систем керування складними рухомими об'єктами в різних галузях промисловості.

Список використаних джерел містить 218 найменувань вітчизняних та зарубіжних публікацій.

Анотація відображає основний зміст дисертації та розкриває наукові результати та практичну цінність роботи.

### **Академічна доброчесність**

У дисертації Мірошника Анатолія Миколайовича та наукових публікаціях, де висвітлюються основні наукові результати дисертації, не виявлено жодних порушень академічної доброчесності.

Автор підтверджує, що всі результати, винесені на захист, отримані ним самостійно та містяться в опублікованих роботах.

У випадку співпраці з іншими авторами, Мірошник А.М. чітко окреслює власний внесок у дослідження, використовуючи лише ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом його особистих наукових пошуків.

Це підтверджує високий рівень етичних стандартів автора та його прагнення до дотримання принципів академічної доброчесності.

### **По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження.**

У другому розділі дисертаційної роботи розкриваються методи адаптивної фільтрації та ідентифікації в адаптивних системах керування рухомими об'єктами. Тут дисертант досліджує вплив деяких зовнішніх факторів на роботу адаптивних систем керування рухомими об'єктами, **однак, вважаю, що не всі можливі**

**фактори враховані.** Наприклад, різкі зміни кліматичних умов або екстремальні погодні явища можуть мати суттєвий вплив на ефективність роботи системи керування, що потребує подальшого дослідження.

У підрозділі 2.3 реалізована структура та проведено аналіз стійкості цифрових аналогів формуючих фільтрів із заданою спектрально-кореляційною характеристикою. **Але,** не показано які переваги у розробленій в роботі структури формуючих фільтрів у порівнянні з існуючими.

У підрозділі 3.2 дисертаційної роботи показана методика розрахунку параметрів адаптивних *PID*-регуляторів за критерієм максимального ступеня стійкості для об'єктів *i*-го порядку, структура та параметри яких визначаються методом індексної ідентифікації. **Але, зазначу, що в роботі не розглянуто інші методи.**

У підрозділі 3.5 наведено адаптацію систем керування високого порядку на основі моделі бажаного перехідного процесу гарантованого ступеня стійкості. **Але,** не зазначено з якого саме порядку система керування вважається високого порядку та що буде, якщо модель бажаного перехідного процесу не буде мати гарантованого ступеня стійкості.

**Також зазначу, що недостатньо розглянуто питання сумісності та адаптації нових технологій до існуючих систем.** Адже інтеграція нових автоматизованих технологій з існуючими адаптивними системами може бути викликом через відмінності в стандартах, протоколах та технічних характеристиках. З цих причин буде мати місце складність інтеграції представленої розробки з існуючими системами.

Вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи. Дисертація є актуальною і має високу наукову цінність та практичну значущість.

## ВИСНОВОК

Тема дисертації Мірошника Анатолія Миколайовича, "Удосконалення моделей та методів аналізу і синтезу систем логічно-динамічного управління складними рухомими об'єктами", відповідає спеціальності 151 - "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології".

Ця дисертація представляє собою завершену науково-дослідницьку роботу, яка

присвячена вирішенню важливої науково-практичної задачі - розробці нових та удосконаленню існуючих методів, моделей та алгоритмів адаптивного керування високошвидкісними та промисловими об'єктами.

Подана дисертаційна робота «Удосконалення моделей та методів аналізу і синтезу систем логічно-динамічного управління складними рухомими об'єктами» Мірошника А.М. відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 6, 7, 8 і 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 КМУ від 12.01.2022 р. №44, а здобувач Мірошник Анатолій Миколайович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Офіційний опонент

Професор кафедри інформаційних технологій

Сумського державного університету, д.т.н.,

доцент

02.08.2024 р.



*С.Тимчук*

Сергій ТИМЧУК

Підпис *Тимчука С.О.*  
засвідчую  
*проб. факівсеч*  
*Брилодеко А.М.*

