

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

завідувача кафедри автоматизації виробничих процесів Центральноукраїнського національного технічного університету, доктора технічних наук, професора Осадчого Сергія Івановича на дисертаційну роботу Євсєєва Владислава В'ячеславовича «Методи та моделі кібер-фізичного керування процесами в організаційно-технічних виробничих об'єктах», що подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.07 автоматизація процесів керування

Актуальність теми дисертаційної роботи.

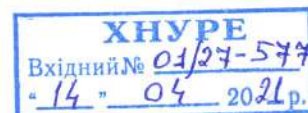
Розробка та впровадження новітніх технологій у сферах виробництва, інтелектуальних систем управління та мехатроніки залишаються пріоритетними напрямками для стратегії розвитку України у рамках Державної програми розвитку внутрішнього виробництва. Завдання автоматизації процесів керування виробничими процесами в режимі реального часу передбачають створення єдиного інформаційного простору підприємств, що має зв'язувати технологічні і бізнесові рівні управління підприємством, вирішуючи при цьому безліч важливих для промислового підприємства завдань.

Тематика дисертаційної роботи Євсєєва В.В. обґрунтовується вимогами сучасного виробництва та необхідністю його орієнтації на впровадження сучасних цифрових технологій на основі концепції Industry 4.0. Напрямок дисертаційної роботи визначається науково-прикладною проблемою розробки ефективної стратегії автоматизації процесів керування складними організаційно-технічними виробничими об'єктами шляхом реалізації комплексу моделей, методів процесів керування і технології на базі кібер-фізичних систем, яка є, без сумніву актуальною і потребує свого вирішення.

Розв'язувані в роботі задачі **відповідають паспорту спеціальності 05.13.07 «Автоматизація процесів керування».**

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

Дослідження, представлені в роботі, виконувалися в рамках держбюджетних науково-дослідних робіт МОН України: «Теоретичні основи створення перспективних компонентів мікроелектромеханічних систем та технологій їх виробництва»; «Теоретичні основи мікроелектромеханічних систем, проектування та технології їх виробництва для гнучких інтегрованих систем»; «Створення експериментальних зразків компонентів мікросистемної техніки для виробництв з інтелектуальними властивостями і їх впровадження»; «Створення мікрооптоелектромеханічних засобів для інтелектуальних технологічних систем промислового обладнання та робототехніки»; «Безскладальні гнучко-жорсткі конструкції зі змінною конфігурацією для



компонентів мікросистемної техніки та міні-та мікророботів». В зазначених роботах автор дисертації брав участь в якості виконавця.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

Достовірність отриманих результатів забезпечується коректним використанням методів теорії мультисистем і моносистем та методів формалізованого представлення систем – для розробки архітектурно-логічної моделі декомпозиції та взаємопов'язаних методів кібер-фізичного керування процесами в складних організаційно-технічних об'єктах; методів теоретико-множинного представлення, методів структуризації та теорії графів – для визначення технології розробки кібер-фізичних виробничих систем; теорії апарату регулярних схем і алгоритмічних алгебр, інфологічної логіки предикатів та методів синтезу – для розробки методу представлення структурних системних моделей кібер-фізичного керування та методу синтезу блоків функціонування на кожному рівні архітектурно-логічної моделі; теорії системного аналізу, теорії множин, методології візуального об'єктно-орієнтованого програмування (абстрагування, поліморфізм, інкапсуляція), методів організації і побудови графічного інтерфейсу користувача – для розробки моделі життєвого циклу керування організаційно-технічним об'єктом, моделі формалізації та структурного представлення кібернетичної складової організаційно-технічного об'єкта; синтаксичної та семантичної моделей мов моделювання – для розробки декларативної мови визначення і маніпулювання даними предметної області; теорії баз знань – для реалізації експериментальних досліджень.

Новизна результатів дисертації.

Основні наукові результати полягають в розробці методів та моделей кібер-фізичного керування процесами в організаційно-технічних виробничих об'єктах.

Результати та висновки кандидатської дисертації не включено до результатів докторської дисертаційної роботи.

Отримана в результаті досліджень низка теоретичних і науково-практичних положень відрізняється науковою новизною.

Серед зазначених положень вперше розробленими є:

- архітектурно-логічна модель декомпозиції кібер-фізичного керування процесами в складних організаційно-технічних об'єктах, яка на відміну від існуючих еталонних архітектурних моделей дає можливість представити керування процесом у вигляді єдиного інформаційного простору, який об'єднує в собі фізичні, кібернетичні і стратегічні складові;

- методи керування процесами у організаційно-технічних об'єктах, як логічно узгоджені послідовності прийняття рішень, які формуються на

фізичному рівні за допомогою апаратних засобів, що дозволило реалізувати технологію «Digital Twins»;

- технологія розробки кібер-фізичних виробничих систем, яка дозволяє представити їх структуру як логічно пов'язану послідовність алгоритмів функціонування кожного рівня, що дає можливість реалізувати гнучкість процесу керування організаційно-технічним об'єктом;

- модель формалізації кібернетичної складової організаційно-технічного об'єкта, яка дозволяє представити людино-машинний інтерфейс НМІ у вигляді взаємопов'язаних багаторівневих графічних елементів, з урахуванням параметрів і подій, що дозволило автоматизувати реалізацію заданих функцій, відповідно до вимог, які висуваються до організаційно-технічного виробничого об'єкта;

- структурне представлення кібернетичної складової організаційно-технічного об'єкта у вигляді математичного опису зв'язків між основними елементами НМІ, що дозволило реалізувати представлення адитивного кібер-дизайну, за рахунок автоматизації процесу реалізації подій GUI елементів у вигляді фрагментів програмного коду;

- синтаксична та семантична моделі декларативної мови визначення і маніпулювання даними предметної області, близької до підмножини природної мови. Запропонована мова, яка на відміну від існуючих, не вимагає від розробника знання об'єктно-орієнтованих мов високого рівня програмування, на базі якої розробляється кібернетична складова, що істотно спрощує процес керування організаційно-технічним виробничим об'єктом.

Отримали подальший розвиток та удосконалені:

- метод представлення структурних системних моделей кібер-фізичного керування, що дозволило формалізувати алгоритми функціонування в системні моделі, який, на відмінну від існуючих, дає можливість побудови структурних і подієвих моделей функціонування організаційно-технічного об'єкта;

- метод синтезу алгоритмів функціонування кібер-фізичного керування, що дозволяє об'єднати алгоритмів функціонування кожного рівня керування організаційно-технічним об'єктом в єдину систему функціонування, який, на відміну від існуючих методів, дозволяє мінімізувати кількість операторів і спростити структуру системи функціонування організаційно-технічного об'єкту;

- модель життєвого циклу керування організаційно-технічним об'єктом, що дає можливість автоматизувати процес керування кібернетичною складовою організаційно-технічного об'єкта, яка, на відмінну від існуючих, дозволила визначити послідовність виконання і взаємозв'язки процесів, дій і завдань, з урахуванням структури синтезованої системи функціонування організаційно-технічним об'єктом;

- методологія сигнально-кодової конструкції, на базі якої запропонований метод графічного представлення конструкції кібернетичної

складової організаційно-технічного об'єкта, який, на відміну від існуючих (методології Джексона, Гейна-Сарсона), дозволяє відображати взаємодію основних елементів НМІ для редукування розробки структури.

Повнота викладення основних результатів дисертації в наукових виданнях.

Результати дисертації опубліковані в 54 наукових роботах, серед них 22 наукові статті, що індексуються міжнародними наукометричними базами даних (Scopus, Cross Ref, EBSCO, Index Copernicus та ін.), з них: 18 у виданнях з технічних наук, включених до «Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня доктора і кандидата наук», 1 – в журналі категорії А (Scopus та віднесена до третього квартиля (Q3) відповідно до класифікації Journal Citation Reports), 1 – у зарубіжному науковому періодичному виданні що індексуються у наукометричній базі даних Scopus, 2 – у наукових періодичних виданнях інших держав (з них 1 стаття у періодичному науковому виданні, що входять до Європейського Союзу), 5 – написані без співавторів; 9 свідоцтв про реєстрацію авторського права України на твір (з них 1 без співавторів); 23 тези доповідей у матеріалах міжнародних, наукових, науково-технічних та науково-практичних конференціях.

Апробація наукових результатів.

Результати дисертаційної роботи пройшли апробацію на міжнародних конференціях та семінарах в Україні та за кордоном, серед яких можна виділити: «Manufacturing & Mechatronic Systems (M&MS)» (м. Харків, 2018, 2020); «CAD in Machinery Design. Implementation and Educational Issues (CADMD)» (м. Львів, 2015, Vochnia, 2016, Bielsko Biala, 2017); «Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об'єктів» (м. Кременчук, 2011р., 2012р., 2015р.); «Информационные системы и технологии (ИСТ)» (м. Харків, 2015р.); «Математическое моделирование процессов в экономике и управлении инновационными проектами (ММП)» (м. Харків, 2013р.) [41]; «Новые технологии в машиностроении» (м. Рибаче, 2013); «Сучасні проблеми радіотехніки та телекомунікацій (РТ)» (м. Севастополь, 2013р.); «Актуальні проблеми створення електронних засобів промислових автоматизованих систем» (м. Северодонецьк, 2011р.); «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами» (м. Київ, 2020р.); «Development of scientific and practical approaches in the era of globalization» (Boston, USA, 2020); «Actual Trends of Modern Scientific Research» (Munich, Germany, 2020); «Theory, science and practice» (Tokyo, Japan, 2020); IVth International scientific and practical conference «Integration of scientific bases into practice» (Stockholm, Sweden, 2020);

«Trends in the development of modern scientific thought» (Vancouver, Canada, 2020), інші конференції.

Важливість для науки й народного господарства одержаних автором результатів.

Наукова цінність результатів дисертації полягає у вирішенні наукової проблеми розробки ефективної стратегії автоматизації процесів керування складними організаційно-технічними виробничими об'єктами, шляхом реалізації комплексу моделей, методів процесів керування і технології на базі кібер-фізичних систем, зокрема моделі представлення процесів керування складними організаційно-технічними виробничими об'єктами, методів прийняття рішень на кожному етапі архітектури і технології процесів управління розробкою кібер-фізичних систем, методу синтезу алгоритмів функціонування і формалізації структурних системних моделей.

Практична цінність отриманих результатів полягає у розробці програмного забезпечення кібернетичних складових засобів автоматизації процесів керування організаційно-технічними виробничими об'єктами, проведенні експериментальних досліджень ефективності отриманих теоретичних результатів.

Рекомендації щодо використання результатів дисертації.

Запропоноване автором розв'язання науково-прикладної проблеми забезпечення ефективної стратегії автоматизації керування складними організаційно-технічними виробничими об'єктами, шляхом реалізації комплексу моделей, методів процесів керування і технології на базі кібер-фізичних систем забезпечить подальший розвиток теорії керування складними організаційно-технічними об'єктами та комплексами на базі кібер-фізичних виробничих систем, в рамках концепцій Industry 4.0 та Smart Factory.

Впровадження розроблених в дисертаційній роботі методів і моделей в модернізацію існуючих і розробку перспективних систем керування процесами в організаційно-технічних виробничих об'єктах дозволяє скоротити час запуску виробництва та підвищити його продуктивність та ритмічність. Отримані результати також можуть бути використані у навчальному процесі при підготовці спеціалістів у галузі автоматизації та приладобудування.

Відповідність дисертації встановленим вимогам.

При загальній оцінці докторської дисертаційної роботи, слід зазначити, що вона є завершеним і цілісним дослідженням з чіткою структурою і логічним викладом матеріалу, узагальнює дослідження автора, написана сучасною науково-технічною мовою.

Оформлення дисертації здійснено згідно з вимогами п. 11, п. 12, п. 14 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання

старшого наукового співробітника». Стиль викладу результатів досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність її сприйняття.

Відповідність змісту автореферату основним положенням дисертації.

Оформлення автореферату за своїм обсягом, структурою та змістом відповідає чинним вимогам п. 13 «Порядку присудження наукових ступенів». Зміст автореферату повністю розкриває зміст основних наукових положень дисертаційної роботи.

Зауваження по роботі.

Стосовно тексту дисертаційної роботи слід вказати наступні зауваження:

- В роботі досить часто згадується концепція «Digital twins», проте не наводяться реальні приклади створення цифрових двійників об'єктів промислового типу;
- Не зовсім вдалим є термін архітектурно-логічна модель, що створюється для опису декомпозиції кібер-фізичного керування процесами. Цей термін не є загальноприйнятим;
- Характер наявного наукового протиріччя формулюється у тексті та дисертації у різний спосіб;
- Автор досить часто використовує нові терміни: вендори (стор. 54), HPS, багато термінів іншомовного походження без їх перекладу (стор. 63) і це не сприяє розумінню роботи;
- З опису мети та завдань дисертаційної роботи не зрозуміло, чи орієнтовано роботу на конкретні типи та галузі виробництва;
- Розділи 1.6 та 1.7 присвячуються розробці програмного забезпечення і слабо спрямовуються на аналіз розробок систем керування;
- Модель, розроблена в розділі 2.4. має в основному описовий характер;
- Розроблений у розділі 4 математичний та логічний апарат не підкріплюються необхідними практичними прикладами;
- Наявний в розділах 4 та 5 термін Windows Forms вказує на організацію системи на базі платформи .NET, що не завжди є ефективним для систем реального часу, реалізованих для керування виробничими процесами;
- В роботі присутні похибки синтаксичного, лексичного та стилістичного типу.

Незважаючи на вказані зауваження, здійснені в дисертаційній роботі дослідження є новими, змістовними і корисними.

Загальні висновки по дисертаційній роботі.

Тема і зміст дисертації В.В. Євсєєва відповідають паспорту спеціальності 05.13.07 – автоматизація процесів керування, зокрема п.2, п.3, п. 8. Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням і містить нові науково обґрунтовані результати, що є суттєвим внеском у розв'язання проблеми розробки ефективної стратегії автоматизації процесів керування складними організаційно-технічними виробничими об'єктами шляхом реалізації комплексу моделей, методів процесів керування і технології на базі кібер-фізичних систем. Отримані наукові результати мають важливе значення для розв'язання практичних задач.

Автореферат оформлений згідно діючих вимог, що висуваються до докторських дисертацій, повністю розкриває сутність дисертації та коректно описує одержані наукові результати та висновки у дисертаційній роботі.

За актуальністю теми, ступеню обґрунтованості і достовірності результатів, наукової новизни і практичному значенню дисертаційна робота Євсєєва Владислава В'ячеславовича відповідає пунктам 9, 10, 12, 13 «Порядку присудження наукових ступенів», а її автор заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування.

Офіційний опонент:

завідувач кафедри автоматизації
виробничих процесів
Центральноукраїнського національного
технічного університету
доктор технічних наук, професор

С.І. Осадчий

Підпис д.т.н., проф. Осадчого С.І. засвідчую.

Секретар Вченої ради
Центральноукраїнського національного
технічного університету
кандидат технічних наук, професор



В.М. Каліч