

ВІДГУК

офіційного опонента, кандидата технічних наук, доцента,

Городецького Івана Миколайовича

на дисертаційну роботу

Федишин Тетяни Ігорівни

**“МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КІБЕР-ФІЗИЧНОЇ СИСТЕМИ
МОНІТОРИНГУ ГРУНТІВ”**

поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії

в галузі знань 15 “Автоматизація та приладобудування”

за спеціальністю 152 “Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка”

Актуальність теми дисертації

Необхідність науково обґрунтованого механізму контролю виробництва зернових культур пояснюється наявністю великої кількості факторів, а саме: сезонністю й просторовістю агровиробництва, ризиками й нестабільністю, що пов'язані з природними чинниками, наслідками розбалансованості цін між сільськогосподарською продукцією та продукцією інших галузей економіки. Прийняття правильних управлінських рішень у системі моніторингу агровиробництва значно залежить від ступеня достовірності інформації про стан об'єктів довкілля. Особливого значення ці питання набувають під час моніторингу виробництва, яке передбачає вирощування продукції на екологічно чистих ґрунтах. Моніторинг параметрів ґрунтів повинен складатися із систематичних спостережень за їх станом, фіксування змін, їх оцінювання та управління. Одним із найважливіших завдань, що постало перед Україною сьогодні, є забезпечення сталого розвитку регіонів та стабільного економічного зростання на основі застосування інноваційних методів підвищення ефективності в різних галузях економіки, зокрема агропромислового виробництва. Модернізування систем управління повинно полягати у впровадженні інноваційних технологій на основі побудови кібер-фізичних систем (КФС).

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни

Тема дисертації відповідає науковому напрямку кафедри «Інформаційно-вимірювальні технології» Національного університету «Львівська політехніка»: теоретичні та прикладні основи метрології і вимірювань в інформаційних технологіях (інформаційно-вимірювальних, кібер-фізичних, робототехнічних та

інших системах); тестування якості продукції і програмного забезпечення. Дисертаційна робота виконана аспіранткою очної форми навчання в межах низки науково-дослідних робіт, а саме : «Розвиток нормативно-технічного забезпечення системи органічного виробництва» (реєстраційний № 0116U006724); «Метрологічне забезпечення кібер-фізичної системи моніторингу ґрунтів» (реєстраційний № 0121U112541).

Здобувачем сформовано основні проблеми метрологічного забезпечення у сфері моніторингу ґрунтів, впровадження інноваційних технологій на основі побудови кібер-фізичних систем, створено конструкцію підсистеми збирання інформації для КФС моніторингу ґрунтів під час технологічного процесу виробництва зернових культур, розроблено відповідне програмне забезпечення КФС, програму верифікації запропонованої системи, запропоновано алгоритм розрахунку метрологічних ризиків КФС моніторингу ґрунтів.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у подальшому розвитку та вдосконаленні метрологічного забезпечення у сфері моніторингу ґрунтів.

У дисертаційній роботі отримано такі наукові результати.

Розв'язано важливу науково-практичну задачу підвищення точності та надійності визначення показників стану ґрунтів шляхом впровадження методичної, метрологічної, інструментальної та апаратно-програмної складових, що в цілому представляє собою кібер-фізичну систему моніторингу.

Запропоновано метод автоматизованого визначення стану ґрунтів, який полягає у контактному вимірюванні основних показників ґрунту та враховує вплив факторів зовнішнього середовища на ці показники і застосовує дистанційне опитування сенсорів та формування результатів обробки вимірювальних сигналів, що підвищує адекватність та оперативність оцінювання стану ґрунтів агропромислового призначення.

Розроблена прогнозна модель зміни стану ґрунтів на основі використання нейромереж та хмарних технологій, що дасть змогу формувати управлінські рішення щодо виконання сільськогосподарських робіт та підвищить ефективність прогнозування врожаю зернових культур.

На основі результатів досліджень технологій точного землеробства, що спрямовані на використання даних моніторингу, через які можна ефективніше впливати на процеси агропромислового виробництва, запропоновано напрями оптимізації технології вирощування зернової продукції. Доведено, що вдосконалення процесу моніторингу ґрунтів шляхом створення кібер-фізичних систем, призводить до підвищення якості вирощування агрокультур.

3

Набули подальшого розвитку методи ідентифікації та оцінки ризиків функціонування кібер-фізичних систем моніторингу шляхом врахування ризиків інформаційного та метрологічного характеру, оскільки КФС— це інформаційно-вимірвальна система, що в кінцевому результаті дасть змогу підвищити ефективність функціонування КФС.

Практичне значення одержаних результатів та впровадження результатів роботи

Результати досліджень можна використати для оперативного проведення тестів у відкритому ґрунті та миттєво реагувати на зміну його параметрів, а у поєднанні з прогнозуванням на основі нейронної мережі, допомогти користувачеві прийняти правильні управлінські рішення щодо стабілізації і поліпшення якості врожаю. Розроблено мобільний застосунок, який стане незамінним у вирішенні проблем контролю виробництва зернових культур. За умови встановлення мобільної версії програми на смартфоні чи планшеті користувачі (власники малих господарств) зможуть контролювати процеси виробництва зернових культур та отримувати поради на кожному з етапів виробництва.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності

Дисертаційна робота є цілісною, завершеною та самостійно виконаною науковою працею, яка містить особистий внесок здобувача, має теоретичну цінність і практичну значущість для розвитку сучасної науки за спрямуванням інформаційно-вимірвальних технологій.

Після ознайомлення зі звітом за результатами перевірки дисертації на текстові подібності, можна зробити висновок, що робота Т. Федішин є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень, що відповідає принципам академічної доброчесності. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідні джерела, які подано з дотриманням норм законодавства про авторське право.

Дисертаційна робота Федішин Тетяни Ігорівни присвячена важливій та актуальній темі — метрологічному забезпеченню моніторингу ґрунтів з використанням кібер-фізичної системи. Робота складається з чотирьох розділів, у яких автор ретельно розглядає різні аспекти створення та функціонування таких систем з їх метрологічним аналізом.

Мова та стиль викладення результатів

Текст дисертаційної роботи викладено українською мовою. Стиль викладення матеріалів дослідження відповідає вимогам до наукових праць такого рівня, вирізняється науковістю, системністю, обґрунтованістю, логічністю та послідовністю.

Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг основного тексту складає 205 сторінок, 43 рисунки, 42 таблиці, список використаних джерел з 104 найменувань на 13 сторінках, додатки на 11 сторінках.

У *вступі* розкрито актуальність теми дослідження, визначено мету, завдання, предмет та об'єкт дослідження, методичне підґрунтя та наукову новизну отриманих результатів, охарактеризовано практичне та теоретичне значення, а також вказано особистий внесок здобувача та наявність апробації результатів дослідження.

В *першому* розділі роботи наведено огляд сучасних методів дистанційного моніторингу стану ґрунтів, аналіз факторів, що впливають на параметри ґрунтів, а також характеристики сучасного інструментарію для моніторингу. Автор висвітлює концепцію інтернету речей у системах моніторингу, що є новаторським підходом для агросектору.

Другий розділ присвячений розробці концепції апаратного та програмного забезпечення кібер-фізичної системи моніторингу ґрунтів. Автор досліджує потенціал кібер-фізичних систем у агросекторі, описує структуру системи відповідно до етапів вирощування агрокультур, та надає детальну характеристику апаратного та програмного забезпечення.

У *третьому* розділі роботи розглянуто методики калібрування сенсорів для вимірювання температури та вологості ґрунту, верифікацію підсистеми збору вимірювальної інформації, та дослідження непевності вимірювання різних параметрів ґрунту. Цей розділ містить детальний аналіз метрологічних ризиків функціонування системи.

Четвертий розділ присвячено прикладним аспектам функціонування кібер-фізичної системи моніторингу ґрунтів. Автор побудував прогнозну модель зміни стану ґрунтів, використовуючи нейромережі та хмарні технології, та оцінює надійність результатів вимірювань.

У *додатках* розміщено лістинг програм, детальний код нейронної мережі, довідку про впровадження результатів досліджень.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Основні результати дослідження опубліковано у 12 наукових працях, з них: 1 стаття у науковому періодичному виданні іншої країни, яке включено до міжнародної наукометричної бази Scopus; 1 розділ у закордонній колективній монографії в Open Space; 3 статті - у наукових періодичних фахових виданнях України, що включені до міжнародних наукометричних баз, та 7 тез доповідей.

Основні наукові здобутки висвітлені у наукових працях здобувача і достатньою мірою відображають отримані результати дисертаційної роботи.

Зауваження та рекомендації до дисертаційної роботи

1. Під час структурування типу інформації для роботи кібер-фізичної системи моніторингу на кількох етапах агровиробництва зазначається необхідність використання відео інформації, але в структурі запропонованої в роботі системи відсутня відеокамера. Отже, є незрозумілим, як забезпечується надання відеоінформації для роботи КФС.

2. У роботі можна було б детальніше розглянути економічну ефективність впровадження кібер-фізичних систем у агросектор.

3. У дисертації недостатньо уваги приділено екологічним аспектам використання кібер-фізичних систем, що могло б суттєво доповнити практичну значущість роботи.

4. Деякі розділи роботи потребують більш детального опису методологічного підходу, зокрема у частині дослідження непевності вимірювань.

5. В роботі присутні стилістичні та граматичні помилки (стор.168, 176 і ін.).

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значущість результатів, а також не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Загальний висновок

Дисертаційна робота Федішин Тетяни Ігорівни на здобуття ступеня доктора філософії на тему "Метрологічне забезпечення кібер-фізичної системи моніторингу ґрунтів" є завершеним науковим дослідженням, яке вирізняється високим рівнем теоретичного та практичного значення, не порушує принципів академічної доброчесності та є самостійним, цілісним, закінченим науковим дослідженням.

Дисертаційна робота за актуальністю, теоретичною значущістю, практичною цінністю, науковою новизною відповідає:

- предметній області спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка» галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування»;
- вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п. 6-9 «Про затвердження 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;
- вимогам до обсягу, структури, змісту та оформлення роботи.

Забезпечено повноту викладу у наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації, наукових положень, висновків і рекомендацій. За результатами проходження індивідуальної освітньо-наукової траєкторії здобувач набув необхідні теоретичні знання та відповідні компетентності.

Таким чином, є достатньою підстав вважати, що здобувач Федішин Тетяна Ігорівна заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 152 «Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка» галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування».

Офіційний опонент:

доцент кафедри фізики,

інженерної механіки та безпеки виробництва

Львівського національного університету природокористування

к.т.н., доцент

Городецький Іван Миколайович

Підпис доцента **Городецького Івана Миколайовича**

«ЗАСВІДЧУЮ»

