

ВІДГУК

офіційного рецензента, доктора технічних наук, професора,

Яцишина Святослава Петровича

на дисертаційну роботу

Федишин Тетяни Ігорівни

“Метрологічне забезпечення кібер-фізичної системи моніторингу ґрунтів”,

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії

в галузі знань 15 “Автоматизація та приладобудування”

за спеціальністю 152 “Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка”

Актуальність теми дисертації

Контроль за виробництвом зернових культур потребує наукового підходу через низку важливих факторів, таких як сезонність агровиробництва, природні ризики та цінові коливання між сільськогосподарською продукцією та іншими економічними секторами. Для прийняття ефективних управлінських рішень у системі агромоніторингу необхідна точна інформація про стан навколишнього середовища. Особливо це актуально для виробництва на екологічно чистих ґрунтах, де важливо регулярно спостерігати, реєструвати зміни, оцінювати їх та здійснювати управління. Важливим завданням для України є забезпечення сталого регіонального розвитку та стабільного економічного зростання шляхом впровадження інноваційних методів підвищення ефективності, зокрема в агропромисловому комплексі. Модернізація систем управління має здійснюватися через впровадження інноваційних технологій, базованих на кібер-фізичних системах (КФС).

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни

Тема дисертації відповідає науковому напрямку кафедри «Інформаційно-вимірвальні технології» Національного університету «Львівська політехніка»: теоретичні та прикладні основи метрології і вимірювань в інформаційних технологіях (інформаційно-вимірвальних, кібер-фізичних, робототехнічних та інших системах); тестування якості продукції і програмного

забезпечення. Дисертаційна робота виконана аспіранткою очної форми навчання в межах виконання нею 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 процесу агровиробництва 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:

Вирішується важлива науково-практична задача підвищення точності та надійності визначення стану ґрунтів шляхом впровадження методичного, метрологічного, інструментального та апаратно-програмного забезпечення, 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 опрацювання вимірювальних сигналів, що підвищує адекватність та оперативність оцінювання стану ґрунтів агровиробничого призначення.

Розроблена прогнозна модель зміни стану ґрунтів на основі використання нейромереж та хмарних технологій, що разом формують КФС яка дає можливість формувати управлінські рішення, щодо здійснення сільськогосподарських робіт та підвищує 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 агровиробництва, оптимізовано технологію вирощування зернової продукції. Доведено, що вдосконалення процесу моніторингу ґрунтів шляхом створення кібер-фізичних систем, призводить до підвищення якості вирощування агрокультур.

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 важливих 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 є незамінним у вирішенні проблем контролю виробництва зернових культур. При встановленні мобільної версії програми на смартфоні чи планшеті користувачі (власники малих господарств) контролюватимуть всі процеси виробництва зернових культур та будуть отримувати поради на кожному з етапів виробництва.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної добросовісності

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-вимірjuвальних технологій.

Ознайомившись зі звітом подібності за результатами перевірки дисертації на текстові співпадіння, доцільно зауважити, що дисертаційна робота Т. Федішин є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень, згідно з принципами академічної доброчесності. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають належні посилання на відповідні джерела, і відповідають нормам законодавства про авторське право.

Дисертаційна робота Федішин Тетяни Ігорівни присвячена важливій та актуальній темі — метрологічному забезпеченню кібер-фізичної системи моніторингу ґрунтів. Робота містить чотири розділи, в яких автор ретельно розглядає різні аспекти створення та функціонування таких систем, а також здійснює їх метрологічний аналіз.

Мова та стиль викладення результатів

Текст дисертаційної роботи викладено українською мовою. Стиль викладення матеріалів дослідження відповідає вимогам, що висуваються 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 впливних факторів 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 прогнозу модель зміни стану ґрунтів, використовуючи нейромережі та хмарні технології, та оцінює надійність результатів вимірювань.

У *додатках* розміщено лістинг програм, детальний код нейронної мережі, довідка про впровадження результатів дисертації.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Основні результати дослідження опубліковано у 12 наукових працях, з них: 1 стаття у науковому періодичному виданні інших держав, які включено до міжнародних наукометричних баз 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. Не зрозуміло, чи алгоритм розрахунку інформаційних та метрологічних ризиків можна використати для кібер-фізичних систем іншого призначення, тобто чи він є універсальним.
2. В третьому розділі приведено дуже багато розрахунків та результатів експериментальних досліджень. Вважаю, що більшість з них можна було б винести у додатки до роботи, а в основному тексті зазначити результати їх аналізу.
3. У висновках до роботи відсутні кількісні показники отриманих результатів, наявність яких конкретизувала б вагомість здобутків дисертантки.
4. В списку використаної літератури не всі джерела подані відповідно до встановлених вимог, а окремі з них мають додаткову нумерацію (наприклад, джерела з 49 по 54).

Вважаю, що зазначені зауваження не впливають на важливість наукової новизни та практичної цінності отриманих результатів і не змінюють позитивної оцінки 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.

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

Офіційний рецензент:

професор кафедри Інформаційно-вимірювальних технологій
Національного університету «Львівська політехніка»

д.т.н., проф.



Яцишин Святослав Петрович

Підпис професора **Яцишина Святослава Петровича**
«ЗАСВІДЧУЮ»

Взявши



Р.Брескельська