

РЕЦЕНЗІЯ

**офіційного рецензента, кандидата фізико-математичних наук, доцента
РЯБЕНКА Антона Євгеновича
на дисертаційну роботу ВЕДМЕДСВА Станіслава Руслановича
«Підтримка прийняття рішень при вирощуванні соняшнику на основі
цифрової технології фенотипування»,
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за
спеціальністю 124 Системний аналіз**

Актуальність теми дослідження

Актуальність теми дослідження зумовлена потребою подолання системного бар'єра в управлінні великими даними в умовах цифрової трансформації агросектору (Agriculture 4.0). Існує науково-практична суперечність між стрімким накопиченням великих обсягів різномірних (фенотипових, кліматичних, генотипових) даних та низьким рівнем їх структурованості, що призводить до проблеми ізольованості інформаційних ресурсів. Для розв'язання проблеми слабкої семантичної сумісності агротехнологічних даних обґрунтовано застосовано апарат онтологічного моделювання. Це дозволяє перейти від простого збереження даних до формалізованого представлення знань предметної області. Розроблення формалізованої онтологічної моделі предметної області та відповідної цифрової технології формування сумісних датасетів є актуальним науково-технічним завданням, оскільки це створює необхідний інформаційний та алгоритмічний базис для побудови сучасних інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень.

Автор розв'язує науково-практичну проблему через поєднання двох ІТ-напрямів: комп'ютерного зору (для автоматизованої екстракції ознак об'єктів за зображеннями мовою Python) та онтологічного моделювання на базі дескриптивних логік (модель HELIANTUS із розділенням TBox/ABox). Такий підхід дозволяє трансформувати сирі гетерогенні дані у формалізовану базу знань з підтримкою автоматичного логічного виведення. Тема дисертації є актуальною та має теоретичну і практичну значущість. Робота відповідає спеціальності 124 «Системний аналіз».

Теоретичне та практичне значення одержаних результатів

Робота виконана на кафедрі системного аналізу та обчислювальної математики Національного університету «Запорізька політехніка» в межах

тем науково-дослідних робіт ДБ05022 (РК 0121U113264) «Розвиток методів дослідження складних соціально-економічних систем на основі інтелектуальних технологій» та НДР № 05014 «Прийняття ефективних рішень на основі інтелектуальних технологій та відкритих даних».

Практичне значення результатів роботи підтверджується актами впровадження розробленого методу цифрового фенотипування та онтологічної моделі у наукову діяльність Інституту олійних культур НААН України. Розроблена цифрова технологія дозволяє автоматизувати процес фенотипування насіння соняшнику, формувати колекції генетичних ресурсів олійних культур та виділяти джерела й донори цінних господарських ознак під час виконання науково-дослідних робіт.

Отримані результати — чотирирівнева архітектура Digital Phenotyping System, предметна онтологічна модель агросистеми HELIANTUS із розділенням TBox/ABox, а також метод автоматизованого фенотипування за зображеннями з формуванням семантично узгоджених датасетів — мають як теоретичне, так і прикладне значення. Запропонована автором цифрова технологія може бути використана для аналітичної підтримки рішень при моделюванні процесів вирощування та селекції інших сільськогосподарських культур в інших науково-дослідних установах аграрного профілю та селекційних центрах.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків й рекомендацій, сформульованих у дисертації

Наукові положення дисертації є обґрунтованими, що підтверджується сукупністю застосованих методів, використанням реальних даних та проведеною експериментальною верифікацією. Серед застосованих методів:

- методи системного аналізу при визначенні архітектури системи цифрового фенотипування та формалізації задач оптимізації параметрів фотофіксації;
- методи онтологічного моделювання при концептуалізації предметної області та типізації параметрів цифрових двійників рослин;
- методи дескриптивної логіки, зокрема апарат розділення складових TBox та ABox, при побудові логічного каркаса бази знань та забезпеченні автоматизованого логічного виведення;

- методи математичної статистики при перевірці статистичних гіпотез щодо значущості переваг параметрів зйомки для обґрунтування їхньої оптимальності;
- методи цифрової обробки зображень та алгоритмізації, зокрема мовою Python, при розробці та програмній реалізації алгоритмів вимірювання ознак насіння соняшнику.

Для апробації та оцінювання ефективності розробленого методу цифрової обробки зображень використовувалося насіння колекції Інституту олійних культур НААН України. Працездатність розробленого програмного комплексу підтверджено комплексним тестуванням.

Дисертація має логічну структуру, складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатка, що повністю розкривають суть дослідження.

- **У вступі** обґрунтовано актуальність теми, визначено об'єкт, предмет, мету та методи дослідження, сформульовано наукову новизну й практичне значення результатів.
- **У першому розділі** виконано системний аналіз процесів цифрової трансформації агросектору (Agriculture 4.0). Критично оцінено наявні підходи до комп'ютерного зору, онтологічного моделювання та СППР, а також виявлено проблему семантичної фрагментарності та розрізненості агроданих.
- **У другому розділі** розроблено концептуальні засади цифрового моделювання взаємодії «генотип — середовище». Обґрунтовано використання предметних онтологій та семантичних правил як інструменту формалізації знань для забезпечення автоматизованого логічного виведення.
- **У третьому розділі** здійснено безпосередню розробку, архітектурну формалізацію та оцінку структурно-семантичної якості бази знань предметної онтології соняшнику HELIANTUS.
- **У четвертому розділі** представлено цифрову технологію фенотипування. Описано розроблений метод комп'ютерного зору для аналізу зображень, його програмно-алгоритмічну реалізацію мовою Python, а також результати експериментальних досліджень та валідації сформованих датасетів.

Розроблено концептуальні та технологічні засади інтелектуального інформаційного середовища, що інтегрує цифрові моделі, онтології та методи комп'ютерного зору для формування семантично сумісних

датасетів. Отримані результати розв'язують ключову суперечність системного аналізу в агросекторі — між стрімким зростанням обсягів гетерогенних даних та низьким рівнем їхньої структурованості, що забезпечує надійну інформаційну основу для побудови інтелектуальних СППР.

Відомості про дотримання академічної доброчесності

У дисертації та наукових публікаціях ВЕДМЕДСВА С.Р. відсутні порушення академічної доброчесності.

Зауваження до змісту та оформлення дисертації

До рецензованої роботи є деякі зауваження:

1. Метод цифрового фенотипування рослинних об'єктів на основі зображень має етап присвоєння статусу «оптимальний» набору параметрів зйомки, що включає інтенсивність освітлення, колір фону та колір освітлення. Автору слід було детальніше описати математичні сценарії оцінювання статистичної значущості виявлених відмінностей залежно від кількості одночасно змінюваних чинників зйомки.
2. Описуючи структуру цифрової моделі рослини, автор обґрунтовує склад і джерела первинних (морфологічних, екологічних, кліматичних) даних, які фіксуються в селекційних дослідженнях. Разом із тим, поза увагою автора залишився алгоритмічний та програмний опис інформаційних конвеєрів або інтерфейсів, за допомогою яких ці гетерогенні табличні дані імпортуються та систематично інтегруються до розробленої онтологічної бази знань.
3. Моделювання взаємодії в системі "генотип — середовище" для умов відкритого ґрунту завжди супроводжується високим рівнем стохастичності, динамічності та невизначеності кліматичних параметрів. У дисертації побудовано чітку логічну модель на основі дескриптивних логік, яка за своєю природою є детермінованою. Як зауваження до роботи, автору слід було б окреслити системні межі застосування розробленого підходу або вказати механізми врахування випадкових (імовірнісних) коливань чинників довкілля при прогнозуванні розвитку рослин

Всі наведені недоліки не впливають на позитивну оцінку дисертації. Зауваження можуть бути предметом подальших досліджень автора.

Висновок щодо відповідності дисертації встановленим нормам

Вважаю, що дисертація ВЕДМЕДСВА С.Р. «Підтримка прийняття рішень при вирощуванні соняшнику на основі цифрової технології фенотипування» є завершеною науковою працею, яка містить низку нових, актуальних та достовірних результатів, що свідчать про її значущість для науково-технологічного забезпечення концепції Agriculture 4.0, автоматизації процесів цифрового фенотипування та підвищення ефективності управління в сучасній агроселекції.

Дисертація повністю відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (з наступними змінами) та «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 № 44 від 12 січня 2022 р., а її автор ВЕДМЕДСВ С.Р. заслуговує присудження йому ступеня доктора філософії за спеціальністю 124 «Системний аналіз».

Кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри «Системний аналіз та обчислювальна математика»
Національного університету
«Запорізька політехніка»



Антон РЯБЕНКО

07.08.2026

