

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора, завідувач кафедри механіки Національного університету біоресурсів і природокористування України Булгакова Володимира Михайловича на дисертаційну роботу **Кускова Микити Андрійовича «Підвищення ефективності експлуатації посівного агрегату шляхом покращення його динамічних показників»**, яка подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»

Актуальність теми дисертаційної роботи. Основним завданням сільськогосподарського виробництва є забезпечення зростання продуктивності праці при високій якості робіт. Коливання елементів машинно-тракторних агрегатів (МТА) впливають на прямолінійний рух, що залежить від механічних параметрів та умов роботи. Підвищений рівень коливань елементів МТА призводить до порушення агротехнічних вимог при обробі ґрунту та сівбі. Впровадження систем точного землеробства з автоматичним керуванням допомагає підвищити точність сільськогосподарських операцій. Дослідження, спрямовані на зниження коливань елементів МТА, є важливими для покращення якості виконання технологічних операцій в Україні.

Тому, представлена робота є актуальною і спрямована на вирішення науково-прикладної задачі підвищення ефективності експлуатації посівного агрегату, яка досягається покращенням динамічних показників. Вирішити зазначені задачі можливо за рахунок обґрунтування режимів роботи та конструктивних параметрів посівного МТА. Підвищення продуктивності посівних МТА сприяє розвитку наукових досліджень динаміки сільськогосподарських агрегатів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана в Державному біотехнологічному університеті

в рамках науково-дослідних робіт: «Розробка та удосконалення мехатронних машинно-технологічних систем, що відповідають вимогам ергономіки, технічної естетики та охорони праці для механізованого виробництва сільськогосподарської продукції на основі енергозберігаючих та економічно безпечних технологій», № 0123U101678, 2023-2025 рр.; «Наукове обґрунтування, проектування, оптимізація технічних і технологічних систем та процесів агропромислового виробництва» № 0123U101122, 2023–2027 рр.

Наукова новизна одержаних результатів і їх значення для науки полягає у: встановлених взаємозв'язках коливань траєкторій елементів посівного МТА у просторі з динамічними та геометричними параметрами агрегату; визначених залежностях тягово-енергетичних показників посівного МТА в залежності від коливань елементів; удосконаленій математичній моделі динаміки багатоелементного агрегату, що на відміну від відомих враховує коливальний рух елементів посівного МТА у поздовжньо-горизонтальній площині.

Практичне значення результатів, що отримані дисертантом полягає у впровадженні на виробництві ПАТ «ХТЗ» та Харківською філією Державної наукової установи «Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва ім. Леоніда Погорілого»: методу оцінки динаміки посівного машинно-тракторного агрегату у складі трактора класичної компоновки та причіпної сільськогосподарської машини; методу оцінки коливань та вібрацій елементів посівного машинно-тракторного агрегату у складі трактора класичної компоновки та причіпної сівалки. Ефект від впровадження результатів дисертаційного дослідження у ПП Агро-Глянь та ПСП «Лілія» полягає у підвищенні ефективності використання посівних машинно-тракторних агрегатів, обґрунтуванні оптимальних режимів агрегування та експлуатації, складу машинно-тракторного парку, що приводить до покращення умов праці, структури управління.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Представлена дисертаційна робота здобувача являє собою завершене наукове дослідження, у якому висвітлені основні ідеї та результати, висновки та рекомендації достовірні та достатньо обґрунтовані. В рамках дисертаційної роботи, здобувач приділив увагу аналізу сучасних наукових робіт та публікацій, технічній літературі, щодо підвищення ефективності експлуатації посівних МТА. В роботі в достатній кількості представлено методології математичного моделювання динаміки МТА. Графічний матеріал, таблиці, описи є достатнім пояснювальним доповненням до розкриття суті роботи. Для розв'язання математичної моделі динаміки МТА застосовано чисельні методи. Експериментальні дослідження проведено з застосуванням фізичного моделювання та випробувань, які виконані в господарствах та лабораторних умовах. Математичне моделювання, теоретичні дослідження та обробка результатів дослідження виконані з використанням програмного забезпечення MatLab, Microsoft Office та DASys PC Suite. Результати досліджень, проведених здобувачем, в рамках дисертаційної роботи викладені у висновках після кожного розділу, та у загальних висновках до всієї роботи.

Повнота викладення результатів дисертації в опублікованих роботах. Основні результати дисертаційної роботи опубліковані у 10 наукових працях, в тому числі: наукових фахових виданнях України – 5, тез доповідей на науково-практичних конференціях – 5. Результати досліджень представлені на наукових конференціях в якості доповідей та обговорень на робочих секціях та отримали позитивні відгуки. В рамках дисертаційної роботи одержані результати та зроблені висновки опубліковані у співавторстві, не мають повторювань, дублювань та конфліктів з іншими співавторами.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність у цілому. Дисертація складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг дисертації складає 183 сторінки, у тому числі 4 додатки на 22 сторінках. Обсяг основного тексту дисертації становить 123

сторінки, 50 рисунків та 5 таблиць. Список використаних джерел нараховує 149 найменувань на 19 сторінках.

У **вступі** приведено обґрунтування обраної теми, визначена актуальність дисертаційної роботи здобувачем, наведено зв'язок роботи з науково-дослідницькими програмами та планами Державного біотехнологічного університету. Сформульовано мету, завдання, об'єкт та предмет дослідження, сформульовано наукову новизну та практичне значення одержаних результатів. Приведено інформацію стосовно апробації отриманих результатів, які було представлено в публікаціях та обговорено на міжнародних науково-технічних конференціях, приведена загальна характеристика роботи.

У **першому розділі** проаналізовано стан проблеми дослідження ефективності функціонування посівного МТА. Виконано аналіз методів забезпечення стійкості руху та якості сівби. Наведено результати аналізу досліджень динаміки машин та агрегатів. Розглянуто способи підвищення точності руху сільськогосподарських знарядь та робочих органів. Проаналізовано вплив вібрацій робочих органів сільськогосподарських машин на якість виконання сільськогосподарських операцій.

У **другому розділі** наведено методи покращення динамічних показників посівного МТА. Обґрунтовано метод оцінки динаміки посівного МТА шляхом моделювання динаміки двохелементного (двохмасового) агрегату, що має чотири ступені свободи. За допомогою математичного моделювання досліджено вплив конструкційних параметрів та режимів роботи на динаміку посівного машинно-тракторного агрегату. Встановлено, що підвищення швидкості руху до 2,8 м/с, збільшення відстань від точки причепа сівалки до центру мас сівалки до 3 м, а також підвищення тиску в колесах трактора до 0,12 МПа позитивно впливає на прямолінійність руху елементів агрегату. Розроблено метод забезпечення прямолінійності руху елементів посівного МТА. Метод оптимального керування напрямом руху посівного МТА дозволяє підвищити точність керування та прямолінійність руху елементів

агрегату за рахунок точного визначення місця розташування GPS та обробкою даних за допомогою розширеного фільтра Калмана. Виконано синтез системи керування напрямом руху посівного машинно-тракторного агрегату. Запропоновано метод підвищення точності визначення траєкторій руху елементів посівного МТА, який базується на дискретному вейвлет перетворенні.

У **третьому розділі** наведено програму та методику проведення експериментальних досліджень посівного МТА. Обґрунтовано мету, предмет, об'єкт та задачі лабораторно-польових досліджень машинно-тракторного агрегату. Наведено опис вимірювальної системи динаміки та енергетики мобільних машин. Обґрунтовано розташування датчиків вимірювальної системи на машинно-тракторному агрегаті під час експериментальних досліджень. Вирішено такі задавання: розроблено методику експериментальних досліджень із використанням вимірювальної системи; проведено I серію досліджень для визначення впливу конструктивних параметрів агрегату на динаміку та коливання елементів, а також з метою оцінки техніко-економічних показників; проведено II серію досліджень для визначення відмінностей у коливаннях висіваючих апаратів сівалки; проведено аналіз даних експериментальних досліджень та порівняно з результатами теоретичних досліджень.

У **четвертому розділі** дисертаційної роботи наведено результати експериментальних досліджень посівного МТА. Польові дослідження посівного МТА у складі трактора Б-1025.2 та сівалки Vega-8 W Profi проведено у двох варіантах: базовий варіант (налаштування трактора та конструкція сівалки були заводськими); модернізований варіант (тиск в колесах трактора Б-1025.2 збільшений на 0,01 МПа та довжина сніці причіпної сівалки Vega-8 W Profi збільшена на 1 м). Перевірка адекватності математичної моделі динаміки посівного МТА виконано порівнянням траєкторій руху та кутів повороту елементів агрегату. Розбіжність між результатами, що отримані теоретично та експериментально, складає 6 %. Проведені експериментальні

дослідження в Приватному сільськогосподарському підприємстві «Лілія» дозволили оцінити техніко-експлуатаційні показники посівного агрегату при двох серіях досліджень та двох варіантах. Оптимізація конструктивних параметрів посівного МТА дозволила покращити техніко-експлуатаційні показники. В модернізованому варіанті посівного МТА збільшена продуктивність на 15 % до 5,2 га/год; погектарна витрата палива знизилась на 0,2 кг/га (18 %) до 2,4 кг/га.

У п'ятому розділі виконано економічне обґрунтування результатів дисертаційної роботи. Наведено метод оцінки економічної ефективності розроблених методів покращення динаміки машинно-тракторного агрегату та результати оцінки економічної ефективності. Визначено, що підвищення ефективності експлуатації посівного агрегату шляхом покращення його динамічних показників забезпечує річний економічний ефект на сівбі зернових культур 49926,00 грн з терміном окупності додаткових капіталовкладень 0,05 р.

Загальні висновки містять узагальнені отримані наукові та практичні результати дисертаційного дослідження.

Додатки, до дисертаційної роботи здобувача, стосуються впровадження наукових досліджень у виробництво, додаткових результатів математичного моделювання динаміки посівного МТА та технічних характеристик досліджуваного агрегату.

Ідентичність змісту анотацій та основних положень дисертації. Зміст анотацій українською та англійською мовами відображає зміст дисертації та в цілому обсязі висвітлює її основні результати та висновки.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності. На підставі ретельного аналізу тексту дисертаційної роботи, вивчення опублікованих наукових праць здобувача, а також розгляду звіту з перевірки рукопису за допомогою електронного сервісу перевірки на антиплагіат, не встановлено фактів порушення академічної доброчесності. Всі викладення автором в рамках дисертаційної роботи, ідеї, цитати, результати інших

науковців супроводжуються відповідними бібліографічними посиланнями, що дозволяє зробити висновки про дотримання норм наукової етики.

Дискусійні положення та зауваження до дисертації:

1. При складанні математичної моделі динаміки посівного МТА не враховано буксування рушіїв трактора.

2. В другому розділі необґрунтовано чому обрано чотири узагальнених координати: O_{1x} – проекція швидкості центру мас трактора на ось x ; O_{1y} – проекція швидкості центру мас трактора на ось y ; φ_1 – кут повороту рами трактора навколо вертикальної осі; φ_2 – кут повороту рами сівалки навколо вертикальної осі.

3. Не зрозуміло, чому при математичному моделюванні обрано три варіанти вихідних параметрів математичної моделі: перший варіант швидкість руху – $v = 2,5$ м/с; відстань від точки причепу сівалки до центру мас сівалки – $l_5 = 2$ м; тиск в колесах трактора – $P_w = 0,10$ МПа; у другому варіанті – швидкість руху агрегату підвищено до $v = 2,8$ м/с; відстань від точки причепу сівалки до центру мас сівалки збільшено – $l_5 = 3$ м; тиск в колесах трактора – $P_w = 0,10$ МПа; у третьому варіанті підвищено тиск в колесах трактора до $P_w = 0,12$ МПа.

4. Необґрунтовані параметри розширеного фільтра Калмана метода оптимального керування напрямом руху посівного МТА.

5. При синтезі системи керування напрямом руху посівного МТА відсутнє пояснення відстані x_p .

6. Немає пояснень чому декомпозиції сигналів прискорень та кутових швидкостей центра мас рами трактора виконано за допомогою декомпозиції дискретного вейвлет перетворення на 5 рівнів за допомогою вейвлета Daubechies 4 порядку (db4).

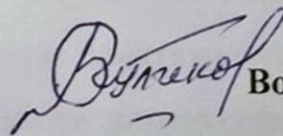
7. Недостатньо обґрунтовано, чому адекватність математичної моделі динаміки посівного МТА виконано порівнянням траєкторій руху та кутів повороту елементів агрегату.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

Дисертаційна робота **Кускова Микити Андрійовича** на тему «Підвищення ефективності експлуатації посівного агрегату шляхом покращення його динамічних показників», подана до спеціалізованої вченої ради для захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» галузі знань 13 «Механічна інженерія», за рівнем актуальності, наукової новизни, обґрунтованості положень, достовірності отриманих результатів, практичної значущості, а також за повнотою їх апробації та оприлюднення у фахових наукових виданнях, відповідає вимогам «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 січня 2022 р. № 44 (із змінами, внесеними постановою КМУ № 507 від 03 травня 2024 р.). З огляду на викладене, вважаю, що **Кусков Микита Андрійович** – заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» з галузі знань 13 «Механічна інженерія».

Офіційний опонент:

завідувач кафедри механіки
Національного університету біоресурсів і
природокористування України,
доктор технічних наук, професор,
заслужений винахідник України,
академік НААН України



Володимир БУЛГАКОВ

