Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0426U000031

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 12-02-2026

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Калнагуз Олексій Миколайович
2. Oleksii M. Kalnahuz

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: кандидат наук

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 05.05.11

Назва наукової спеціальності: Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 13-02-2026

Спеціальність за освітою: Механізація сільського господарства

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): Д 23.073.01

Повне найменування юридичної особи: Центральноукраїнський національний технічний університет

Код за ЄДРПОУ: 02070950

Місцезнаходження: просп. Університетський, Кропивницький, Кропівницький р-н., 25006, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Сумський національний аграрний університет

Код за ЄДРПОУ: 04718013

Місцезнаходження: вул. Герасима Кондратьєва, Суми, Сумський р-н., 40021, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 68.01

Тема дисертації:

1. Моделювання криволінійного руху польових агрегатів зі всіма керованими колесами
2. Modeling of curvilinear motion of field aggregates with all steerable wheels

Реферат:

1. Дисертаційна робота висвітлює питання криволінійного руху енергетичного засобу та його дослідження. Основні дослідження були присвячені вивченню кінематики руху центра ваги енергетичного засобу. Отримані результати можуть бути використані для будь-якого енергетичного засобу. Траєкторія криволінійного переміщення машинно-тракторного агрегату (МТА) суттєво відрізняється від руху по прямій. Питання кінематики руху енергетичних засобів набагато складніше і потребує дослідження багатьох впливаючих чинників на стабільність, надійність, керованість. Сучасні енергетичні засоби розвертаються обертанням керованих коліс, так званим, кінематичним способом, паралельним площині руху відносно рами трактора. Широке використання мають чотириколісні трактора та машини з передньою керуючою рамою. Тому дослідженню підлягає в даній дисертації формули коліс 4К2 і 4К4 тракторів. При дослідженні руху енергетичного засобу по кривим траєкторіям необхідно одержати аналітичні рівняння для ділянок входу та виходу з повороту та повороту зі сталим курсовим кутом. Передумовами створення рівнянь траєкторії

несталого руху є два основних чинника. Один відповідає за впровадження автоматизації керування польовим агрегатом під час здійснювання операцій вирощування культур. На даний час такі спроби відтворюються агрегатом по траєкторіям паралельним першій прямій лінії оброблювального краю поля. Прикладаються також зусилля автоматизувати розвороти при виконанні робочих циклів. Для повної автоматизації руху агрегату без тракториста на протязі всього часу роботи щодо першої лінії, необхідні дані про точне місцерозташування МТА. Траєкторія керування є задана лінія точного переміщення енергетичного засобу – теоретична відображаюча залежність руху по кривим для будь-яких умов зміни положення. В порівнянні з великими полями, при здійснюванні сільськогосподарських робіт на маленьких полях суттєву частину від всього обсягу робіт займає криволінійних рух (розвороти). При роботі агрегату на полі розвороти займають десятки кілометрів шляху та входять до непродуктивних втрат, і потребують досконалого вивчення. На ущільнених, деформованих площах полів (розворотних ділянок) маємо зменшення показників родючості. Раціоналізація криволінійного руху польового агрегату не повністю досліджена в наукових працях, тому вивчення економічних показників ефективності використання МТА все більш актуальне. Часто шлях робочих циклів та шлях на поворотах з вимкненими робочими органами має криволінійну форму. Він повинен бути найменшим та економним. Вибір виду переміщення агрегату під час виконання операцій, повинен забезпечити виконання якісно вимог до роботи таких, як: мінімізація витрат на одиницю зробленої роботи з максимальними показниками продуктивності, забезпечення безпеки роботи механізатора; зменшення шкоди навколишньому середовищу. В комплексі це все основна задача кінематики руху польового агрегату. Головною ціллю дисертаційної роботи є підвищення показників ефективності експлуатації машинно-тракторного агрегату при виконанні технологічних операцій вирощування сільськогосподарських культур шляхом дослідження і моделювання траєкторії криволінійного руху агрегату зі всіма керованими колесами. В дисертації зроблений аналіз досліджень публікацій та наукових праць криволінійного переміщення енергетичних засобів. В працях сучасних науковців прослідковується намагання описати відтворення криволінійного руху математичними рівняннями, як проекції на осі координат швидкості, але без розв'язання. В даній роботі створений метод аналітичного рішення рівнянь диференційної форми криволінійного руху польових агрегатів. Для ділянок (вхід та вихід) повороту з несталим кутом повороту керуючих коліс центру маси енергетичного засобу зі всіма керуючими колесами були виведені математичні залежності визначення параметрів траєкторії. Ці рівняння дають можливість проводити аналіз характеристик показників під час повороту МТА різних конфігурацій для зниження витрат; моделювати маневри агрегатів при виконанні операцій вирощування культур; для автоматизації управління. Розроблені аналітичні рівняння забезпечують вибір раціонального способу руху енергетичного засобу в залежності від складу МТА. Також були проведені дослідження аналітичних рівнянь енергетичного засобу по кривим траєкторіям, відтворений чисельний розв'язок рівнянь на прикладі модельного енергетичного засобу з колісною схемою 4х4. Змодельовані траєкторії за допомогою створеної математичної моделі можуть бути використані для створення програм автоматизації переміщення польовим агрегатом по кривим траєкторіям.

2. The dissertation addresses the issues of curvilinear motion of a power unit and its investigation. The main research is devoted to the study of the kinematics of motion of the power unit's center of mass. The obtained results can be applied to any type of power unit. The trajectory of curvilinear motion of a machine-tractor aggregate (MTA) differs significantly from straight-line motion. Issues related to the kinematics of power units are considerably more complex and require investigation of many influencing factors affecting stability, reliability, and controllability. Modern power units perform turning maneuvers by rotating the steerable wheels using the so-called kinematic steering method, in which the wheels are oriented parallel to the plane of motion relative to the tractor frame. Four-wheeled tractors and machines with a front steering frame are widely used. Therefore, this dissertation focuses on the investigation of tractors with 4K2 and 4K4 wheel configurations. When studying the motion of a power unit along curvilinear trajectories, it is necessary to obtain analytical equations for the entry into and exit from a turn, as well as for turning with a constant heading angle. The prerequisites for developing trajectory equations for non-steady motion are based on two main factors. The first factor is related to the implementation of automated control of a field aggregate during crop production operations. At present, such

attempts are realized by guiding the aggregate along trajectories parallel to the initial straight line of the cultivated field edge. Efforts are also being made to automate turning maneuvers during the execution of working cycles. For full automation of aggregate motion without a tractor operator throughout the entire working process relative to the initial reference line, accurate data on the exact position of the MTA are required. The control trajectory represents a predefined line of precise motion of the power unit, serving as a theoretical representation of curvilinear motion under any conditions of positional change. In comparison with large fields, when agricultural operations are performed on small fields, curvilinear motion (turning maneuvers) constitutes a significant portion of the total amount of work. During field operation of the aggregate, turning maneuvers account for tens of kilometers of travel distance and are classified as non-productive losses, thus requiring thorough investigation. On compacted and deformed field areas, particularly headlands (turning zones), a reduction in soil fertility indicators is observed. The rationalization of curvilinear motion of field aggregates has not been sufficiently investigated in scientific studies; therefore, the analysis of economic efficiency indicators of MTA utilization is becoming increasingly relevant. The way of working cycles and the way during turns with disengaged working implements often have a curvilinear shape. They should be as short and as economical as possible. The choice of the aggregate's mode of motion during the performance of operations should ensure that work requirements are met, such as: minimizing costs per unit of completed work while achieving maximum productivity, ensuring operator safety; reducing environmental impact. The dissertation presents an analysis of published studies and scientific works devoted to the curvilinear motion of power units. In the works of contemporary researchers, there is an effort to describe curvilinear motion using mathematical equations in the form of velocity projections onto coordinate axes; however, these equations are often presented without being solved. In this study, a method for the analytical solution of differential-form equations describing the curvilinear motion of field aggregates is developed. For the turning sections (entry and exit) with a non-steady steering angle of the center of mass of a power unit equipped with fully steerable wheels, mathematical relationships for determining trajectory parameters are derived. These equations make it possible to analyze performance characteristics during turning of MTA with different configurations in order to reduce operating costs, to model aggregate maneuvers during crop production operations, and to enable automation of control. The developed analytical equations provide a basis for selecting a rational mode of motion of the power unit depending on the composition of the MTA. In addition, analytical equations describing the motion of the power unit along curvilinear trajectories were investigated, and a numerical solution of these equations was implemented using a model power unit with a 4×4 wheel configuration as an example. The trajectories simulated using the developed mathematical model can be applied in the development of automation programs for controlling the motion of field aggregates along curvilinear trajectories.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Технологічне оновлення та розвиток агропромислового комплексу

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- 1. Dovzhik M., Kalnaguz A., Sirenko Yu. Curvilinear movement of a four-wheel machine using a satellite navigation system. Scientific Horizons. 2020, (07), pp.126-136. ISSN 2663-2144. https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-92-7-126-135
- 2. Довжик М.Я., Соларьов О.О., Калнагуз О.М., Таценко О.В. (2019). Спосіб врахування відводу коліс при визначенні траєкторії криволінійного руху трактора. Вісник Сумського національного аграрного

університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів, (1-2(35-36), 25-29.. https://doi.org/10.32845/msnau.2019.1-2.5

- 3. Довжик М.Я., Сіренко Ю.В. & Калнагуз О.М. (2022). Аналіз кінематики руху польових агрегатів зі всіма керованими колесами. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів, 2(48), 14-20. https://doi.org/10.32845/msnau.2022.2.3.
- 4. Зубко В.М., Сіренко Ю.В., & Калнагуз О.М. (2023). Використання алгоритмів під час моделювання маневрів польовими агрегатами. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів, (3 (53), 32-39. https://doi.org/10.32782/msnau.2023.3.6.
- 5. Калнагуз О.М., Довжик М.Я., Сіренко Ю.В. Визначення координат центру колової траєкторії грушоподібного розвороту МТА // Збірник тез VI Всеукраїнської науково-практичної конференції. Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу с.-г. машин і знарядь. (2–3 квітня 2020 року).– Житомир, 2020.–с. 310. (с. 95–98).
- 6. Калнагуз О.М., Сіренко Ю.В. Отримання траєкторії повороту експериментальним шляхом. Технічне забезпечення інноваційних технологій в АПК: матеріали І Міжнар. наук.-практ. конференції молодих учених (Мелітополь, 01-26 лютого 2021 р.) / ТДАТУ: ред. кол. В.М. Кюрчев, В.Т. Надикто, [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2021. - 229 с. (с. 213).
- 7. Калнагуз О.М., Сіренко Ю.В. Системи автоматичного керування рухом польових агрегатів. Сучасні проблеми землеробської механіки: матеріали XXII Міжнародної наукової конференції, присвяченої 121-й річниці з дня народження академіка П. М. Василенка, 16-18 жовтня, 2021 р., м. Ніжин/ Міністерство освіти і науки України. – Київ: НУБіП, 2021. – 370 с. (с. 90-94)
- 8. Калнагуз О.М., Сіренко Ю.В. Раціональний поворот – один із шляхів підвищення продуктивності роботи МТА. Збірник тез доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки» (10-12 листопада 2021 р.), - Кропивницький: ЦНТУ, 2021.- с. 205, (с. 123–124).
- 9. Калнагуз О.М., Сіренко Ю.В., Соларьов О.О., Мартинюк А.В., Марченко М.В. Траєкторія криволінійного руху трактора. Технології XXI сторіччя: Збірник тез за матеріалами 27-ої міжнародної науково-практичної конференції (24-26 листопада 2021 р.). Ч.1. – Суми-Одеса: СНАУ, 2021 - 235 с. – С. 39-40.
- 10. Калнагуз О.М., Сіренко Ю.В., Горовий М.В. Вивчення криволінійного руху агрегату. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали III Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції (Мелітополь, 01-26 листопада 2021 р.) / ТДАТУ: ред.кол. В.М. Кюрчев, В.Т. Надикто [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2021. - 657 с. (С.351-353).
- 11. Калнагуз О.М., Довжик М.Я., Соларьов О.О., Сіренко Ю.В. Сучасні системи автоматичного керування агрегатами Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв» (25–26 листопада 2021 року). – Харків: ДБТУ, 2021. – 263 с. (с.123-125).
- 12. Калнагуз О.М., Довжик М.Я., Сіренко Ю.В. Продуктивність машинних агрегатів. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв» (25–26 листопада 2021 року). – Харків: ДБТУ, 2021. – 263 с. (с.125-128).
- 13. Калнагуз О.М., Зубко В.М., Довжик М.Я., Баличев Є.В. Огляд теоретичних досліджень криволінійного руху агрегату // Збірник тез доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки» (10-12 листопада 2021 р.), – Кропивницький: ЦНТУ, 2021.- с. 205, (с. 40–42).
- 14. Калнагуз О.М., Семерня О.В., Сіренко Ю.В. Дослідження руху криволінійного руху машинно-тракторного агрегату // Збірник тез доповідей XXIII Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" (16–18 жовтня 2022 року). МОН України, НУБіП України, Житомирський агротехнічний фаховий коледж. Київ. Житомир. 2022. 289 с. (с. 24-27).

- 15. Калнагуз О.М., Сіренко Ю.В., Горовий М.В., Семерня О.В., Сілюченко В.М. Дослідження кінематики машино-тракторних агрегатів // Збірник тез доповідей Міжнародної. наук.-практ. конференції (Запоріжжя, 01-25 листопада 2022 р.) / ТДАТУ: ред. кол. С. В. Кюрчев, В. М. Кюрчев, В. Т. Надикто, О. Г. Скляр [та ін.]. – Запоріжжя: ТДАТУ, 2022. 239 с. (с. 56-59).
- 16. Калнагуз О.М., Сілюченко В.М. Поворот енергетичного засобу та способи його виконання // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація». – (1-2 грудня 2022 року) Харків: ДБТУ, 2022. – 189 с. (с. 159-160).
- 17. Калнагуз О.М., Довжик М.Я. Дослідження та удосконалення енергетичних засобів. Збірник праць учасників міжнародної науково-практичної конференції «100-річчя Поліського національного університету: здобутки, реалії, перспективи». – (1 листопада 2022 р.) Житомир: Поліський національний університет, 2022. 680 с. (с. 671-674).
- 18. Калнагуз О.М. Траєкторія руху агрегату по полю/ Калнагуз О.М., Сіренко Ю.В. // Збірник тез доповідей XXIV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" (17–19 жовтня 2023 року). МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2023. 450 с (с. 315-317).
- 19. Калнагуз О.М. Кінематика руху складного агрегату / О.М. Калнагуз, Ю.В. Сіренко // Збірник тез IX Міжнародної науково-практичної конференції.«Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу с.-г. машин і знарядь». (5 квітня 2023 року).– Житомир, 2023. 336 с. (С.73-74).
- 20. Калнагуз О.М. Рух енергетичного засобу по полю та способи його повороту/ О.М. Калнагуз // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Експлуатаційна та сервісна інженерія» «AutoTRAK-2023» . (4-5 травня 2023 року).– Київ: НУБіП України, 2023. – 193 с. (С.30-32).
- 21. Калнагуз О.М. Супутникові технології у сільському господарстві / Груць О.А., Сіренко Ю.В., Горовий М.В., Калнагуз О.М.// Матеріали Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" (17–19 жовтня 2024 року) / МОН України, НУБіП України. Київ. 2024. 527с. – (с. 220–223).
- 22. Калнагуз О.М. Системи авторозвороту / Пилипенко І.І., Сіренко Ю.В., Горовий М.В., Калнагуз О.М. // Матеріали Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" (17–19 жовтня 2024 року) / МОН України, НУБіП України. Київ. 2024. 527с. – (с. 230–233).
- 23. Калнагуз О.М. Аналіз систем розумного землеробства / Харченко Ф.М., Калнагуз О.М., Пилипенко І.І. // Матеріали Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" (17–19 жовтня 2024 року) / МОН України, НУБіП України. Київ. 2024. 527с. – (с. 233–236).

Наукова (науково-технічна) продукція: пристрої; методи, теорії, гіпотези; програмні продукти, програмно-технологічна документація; аналітичні матеріали

Соціально-економічна спрямованість: підвищення продуктивності праці; підвищення автоматизації виробничих процесів

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: «Удосконалення технологічного процесу та технічних засобів для виробництва та переробки аграрної продукції» (НДР 0119U103235); «Формування функціональної стабільності та енергоощадних режимів експлуатації транспортно-технологічних агрегатів у аграрному виробництві, за умови змінної маси вантажу» (НДР 0124U001115, (2024 – 2028 рр)); «Обґрунтування методології синтезу технології; складу елементів машинного парку та оптимального використання ґрунтів за умови максимуму врожайності конкретної сільськогосподарської культури» (НДР 0124U001116. (2024 – 2028 рр)).

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мельник Віктор Іванович

2. Viktor I. Melnyk

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.05.11

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1176-2831

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державний біотехнологічний університет

Код за ЄДРПОУ: 44234755

Місцезнаходження: вул. Алчевських, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Булгаков Володимир Михайлович

2. Volodymyr M. Bulhakov

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.05.11

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3445-3721

Додаткова інформація: https://www.scopus.com/authid/detail.uri? authorId=55916679700; https://scholar.google.com.ua/citations? user=evhxX_YAAAAJ&hl=uk

Повне найменування юридичної особи: Національний університет біоресурсів і природокористування України

Код за ЄДРПОУ: 00493706

Місцезнаходження: вул. Героїв Оборони, Київ, 03041, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Аулін Віктор Васильович

2. Viktor V. Aulin

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-2737-120X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Центральноукраїнський національний технічний університет

Код за ЄДРПОУ: 02070950

Місцезнаходження: просп. Університетський, Кропивницький, Кропівницький р-н., 25006, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Черновол Михайло Іванович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Черновол Михайло Іванович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Андрощук Ілона Олександрівна
Реєстратор	Юрченко Тетяна Анатоліївна
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна