

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U004550

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 13-08-2026

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Радяк Іван Васильович

2. Ivan V. Radiak

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 133

Назва наукової спеціальності: Галузеве машинобудування

Галузь / галузі знань: механічна інженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Галузеве машинобудування

Дата захисту: 19-08-2026

Спеціальність за освітою: Лісове господарство

Місце роботи здобувача: Національний лісотехнічний університет України

Код за ЄДРПОУ: 02070996

Місцезнаходження: вул. Генерала Чупринки, Львів, 79057, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 15744

Повне найменування юридичної особи: Національний лісотехнічний університет України

Код за ЄДРПОУ: 02070996

Місцезнаходження: вул. Генерала Чупринки, Львів, 79057, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

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

Повне найменування юридичної особи: Національний лісотехнічний університет України

Код за ЄДРПОУ: 02070996

Місцезнаходження: вул. Генерала Чупринки, Львів, 79057, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 30.15.27, 30.15.35, 30.19.51, 55.53.41.31

Тема дисертації:

1. Обґрунтування параметрів комбінованого устаткування для трелювання деревини
2. Justification of design parameters for combined timber skidding equipment

Реферат/анотація:

1. У дисертаційній роботі вирішено нове наукове завдання підвищення надійності та динамічної безпеки комбінованого устаткування для трелювання деревини шляхом теоретичного обґрунтування і експериментального підтвердження його конструктивних і режимних параметрів. Об'єктом дослідження є процес трелювання деревини комбінованим устаткуванням (лісовозний автомобіль або трактор з гідравлічним маніпулятором та однобарабанною гідравлічною лебідкою, встановленою безпосередньо на стрілі маніпулятора). Предметом дослідження є динамічні навантаження в системі “привід лебідки – стріла маніпулятора – вантаж”, параметри коливального стану стрілового перерізу та методи обґрунтування раціональних параметрів устаткування. На основі методу Релея встановлено еквівалентні зосереджені параметри стріли ($m_s = 720$ кг, $L = 7,0$ м, $EI = 9,286 \cdot 10^6$ Нм²): $m_p = 260$ кг і $c_p = 1,01 \cdot 10^7$ Н/м у точці кріплення обвідного блока з похибкою не більше 1 %. Вперше розроблено тримасову нелінійну динамічну модель системи у формі рівнянь Лагранжа, яка враховує квадратичну характеристику гідромотора, пружно-дисипативні властивості каната й стріли та змінний опір вантажу. Чисельне інтегрування методом Рунге-

Кутта у середовищі Wolfram Mathematica встановило, що при часі пуску $p = 0,50$ с пікові навантаження перевищують усталені: крутний момент у 4,47 рази, зусилля в канаті у 2,44 рази, зусилля в стрілі у 2,91 рази. Аналіз методом малого параметра підтвердив адекватність моделі з похибкою до 6,6 %; параметричний аналіз у безрозмірних комплексах виявив, що збільшення безрозмірного часу пуску $\bar{p}$ від 0,2 до 1,5 знижує коефіцієнт динамічності k_d на 70 %. Метод фазових портретів ідентифікував критичний поріг переходу до нелінійного режиму при зусиллі в канаті понад 14 кН. Уперше встановлено аналітичну залежність $k_T(p) = 1,994 - 0,490 \cdot \ln(p)$, яка визначає критичні зони навантаженості ($L_k = 20\text{--}35$ м, $m = 500\text{--}800$ кг) і мінімальний безпечний час пуску $p_{\min} = 0,38$ с за критерієм міцності каната. Просторовий аналіз для $p = 0^\circ\text{--}90^\circ$ показав, що опора стріли на стовбур дерева зменшує горизонтальний згинальний момент у 1,82 рази; гранична маса вантажу при $p = 90^\circ$, $p = 0,5$ с становить $m = 1120$ кг. На основі трьох критеріїв безпеки – міцності стрілового перерізу, крутного моменту на опорно-поворотному пристрої та просторової стійкості шасі – побудовано карту допустимих параметрів роботи у просторі $\{m, L_k, p, \bar{p}\}$. Метод скінченних елементів у SolidWorks Simulation 2025 (96 868 вузлів, 48 802 елементи, матеріал AISI 4140, $p_y = 490$ МПа) підтвердив коефіцієнт запасу міцності $K_{3M} = 1,47\text{--}1,63$ для семи кутів нахилу каната $p = 0^\circ\text{--}30^\circ$, що задовольняє нормативну вимогу $[K_{3M}] \geq 1,40$ за ДСТУ EN 1993-1-1. Програму та методику натурного повного факторного експерименту (ПФЕ 3×4 , 40 дослідів) реалізовано у виробничих умовах лісосіки з використанням трьох акселерометричних давачів WT901SDCL-BT50 (9-осьовий MEMS, $\pm 8g$, 200 Гц, BLE 5.0). Для колод ялини ($d = 0,40$ м, $l = 6,0$ м) за масами $m \in \{500; 750; 1500\}$ кг і відстанями підтягування $L_k \in \{10; 20; 30; 40\}$ м встановлено: середнє пікове прискорення $\bar{a}_{\max} = 4,95\text{--}6,63$ м/с², середньоквадратичне прискорення $a_{\text{RMS}} = 1,75\text{--}2,21$ м/с², динамічний коефіцієнт $k_d = 1,68\text{--}2,25$. Власна частота стріли $f_1 = 6,8$ Гц підтверджена спектральним аналізом із відхиленням $\pm 1,5$ % від теоретичного значення. Регресійні моделі $\bar{a}_{\max}$ і a_{RMS} як функцій параметрів $\{m, L\}$ отримано з коефіцієнтами детермінації $R^2 = 0,883$ і $R^2 = 0,825$. Розбіжність між теоретичним $k_T = 2,334$ і експериментальним k_d не перевищує 8–12 %, що підтверджує адекватність математичної моделі і достовірність карти допустимих режимів. На основі отриманих результатів розроблено комплекс інженерно-технічних рішень щодо зниження динамічних навантажень і підвищення надійності комбінованого устаткування. Техніко-економічна оцінка підтвердила ефективність впровадження: простий термін окупності – 1,53 року, чиста теперішня вартість – 172,96 тис. грн, індекс доходності – 2,19. Результати дисертаційного дослідження впроваджено у: навчальний процес НЛТУ України (дисципліни “Машини та устаткування лісопромислових виробництв” і “Лісоексплуатація”, розрахунковий модуль у Wolfram Mathematica); практику науково-технічної експертизи Львівської філії ДНУ УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого (допустимі режими завантаження комбінованого устаткування: $m \leq 1280$ кг, $p_{\min} \geq 0,40$ с); виробничу практику ОКС ЛГП “Галсільліс” (карти критичних режимів і регламентів плавного пуску, що забезпечило підвищення продуктивності трелювальних робіт на 12–15 % і зниження питомих витрат на технічне обслуговування та ремонт).

2. The dissertation solves a new scientific problem of improving the reliability and dynamic safety of combined timber skidding equipment through theoretical justification and experimental confirmation of its design and operational parameters. The research object is the timber skidding process performed by combined equipment (forestry vehicle or tractor with a hydraulic manipulator and a single-drum hydraulic winch mounted directly on the manipulator boom). The subject of research comprises dynamic loads in the “manipulator–winch–load” system, vibration parameters of the boom cross-section, and methods for justifying rational equipment parameters. Equivalent concentrated boom parameters were established using the Rayleigh method ($m_c = 720$ kg, $L = 7.0$ m, $EI = 9.286 \cdot 10^4$ Nm²); $m_n = 260$ kg and $c_n = 1.01 \cdot 10^7$ N/m at the pulley block mounting point, error ≤ 1 %. For the first time, a three-mass nonlinear dynamic model of the system was developed using Lagrange equations of the second kind, incorporating the quadratic mechanical characteristic of the hydraulic motor, visco-elastic properties of the rope and boom, and variable log sliding resistance. Numerical Runge-Kutta integration in Wolfram Mathematica showed that at $p = 0.50$ s, peak drum torque exceeds steady-state by 4.47 times, rope tension by 2.44, and boom force by 2.91. Model adequacy was confirmed by the small-parameter method (error ≤ 6.6 %); parametric analysis established that increasing $\bar{p}$ from 0.2 to 1.5 reduces dynamic coefficient k_d by 70 %. Phase portrait analysis identified

the critical nonlinearity threshold at rope tension > 14 kN. The analytical relationship $kT(\alpha) = 1.994 - 0.490 \cdot \ln(\alpha)$ was quantitatively established for the first time, defining critical loading zones ($L_k = 20\text{--}35$ m, $m = 500\text{--}800$ kg) and minimum safe start-up time $\alpha_{\min} = 0.38$ s. Spatial analysis for $\alpha = 0^\circ\text{--}90^\circ$ showed that boom support on a standing tree reduces horizontal bending moment by 1.82 times; limiting log mass at $\alpha = 90^\circ$, $\alpha = 0.5$ s is $m = 1120$ kg. A four-dimensional safe operating map $\{m, L_k, \alpha, \alpha\}$ was constructed using three safety criteria. FEM analysis in SolidWorks Simulation 2025 (96 868 nodes, 48 802 elements, AISI 4140, $\sigma_y = 490$ MPa) confirmed FOS = 1.47–1.63 for seven rope inclination angles $\alpha = 0^\circ\text{--}30^\circ$, satisfying the normative requirement FOS ≥ 1.40 per EN 1993-1-1. A full factorial field experiment (3×4 design, 40 trials) was conducted using three WT901SDCL-BT50 accelerometers (9-axis MEMS, $\pm 8g$, 200 Hz, BLE 5.0). For Norway spruce logs ($d = 0.40$ m, $l = 6.0$ m) with $m \in \{500; 750; 1500\}$ kg and $L_k \in \{10; 20; 30; 40\}$ m: mean peak acceleration $\bar{a}_{\max} = 4.95\text{--}6.63$ m/s², RMS acceleration $a_{\text{RMS}} = 1.75\text{--}2.21$ m/s², dynamic coefficient $k_d = 1.68\text{--}2.25$. Natural frequency $f_1 = 6.8$ Hz was spectrally confirmed with ± 1.5 % deviation. Regression models for $\bar{a}_{\max}$ and a_{RMS} yielded $R^2 = 0.883$ and $R^2 = 0.825$. Discrepancy between $k_T = 2.334$ and experimental k_d does not exceed 8–12 %, confirming model adequacy. A complex of nine engineering measures was developed to reduce dynamic loads and improve reliability. Techno-economic evaluation: simple payback period – 1.53 years, NPV – 172.96 thousand UAH, profitability index – 2.19. Results were implemented in: the educational process of Ukrainian National Forestry University (disciplines “Machinery and Equipment of Forest Industries” and “Forest Exploitation”, Wolfram Mathematica computational module; technical expertise of the Lviv branch of the Ukrainian Research Institute for Prediction and Testing of Agricultural Technology (safe loading modes $m \leq 1280$ kg, $\alpha_{\min} \geq 0.40$ s); production practice of Halsillis State Forest Enterprise, with 12–15 % productivity increase.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0125U003986

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Раціональне природокористування

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

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Рудько І. М., Бакай Б. Я., Каратник І. Р., Гобела В. М., Радяк І. В. Компенсатори переміщень тримальних канатів підвісних доріг для транспортування лісоматеріалів. Вісник машинобудування та транспорту. 2023. №1(17). С. 121–128.
- Радяк І. В., Бакай Б. Я. Аналіз поперечних коливань стріли маніпулятора з використанням методу Релея. Вісник Херсонського національного технічного університету. 2025. № 3(94), ч. 2. С. 345–353.
- Радяк І. В., Бакай Б. Я. Динамічний аналіз стріли маніпулятора комбінованого устаткування для трелювання деревини за допомогою фазових портретів. Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки. 2025. Том 359, № 6.2. С. 114–122.
- Loveikin V., Romasevych Y., Bakay B., Rudko I., Radiak I. Modelling and Dynamic Analysis of an Integrated Hydraulic Forest CraneWinch System for Timber Extraction. FME Transactions. 2025. Vol. 53, No 4. pp. 625–638.

Наукова (науково-технічна) продукція: пристрої; методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: зменшення зносу обладнання; підвищення продуктивності праці

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бакай Борис Ярославович

2. Borys Y. Bakay

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.05.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8707-9895

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний лісотехнічний університет України

Код за ЄДРПОУ: 02070996

Місцезнаходження: вул. Генерала Чупринки, Львів, 79057, 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. Міщук Дмитро Олександрович

2. Dmytro O. Mishchuk

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.05.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8263-9400

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Київський національний університет будівництва і архітектури

Код за ЄДРПОУ: 02070909

Місцезнаходження: проспект Повітряних сил, Київ, 03037, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Зінько Роман Володимирович

2. Roman V. Zin'ko

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.22.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3275-8188

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Павлюк Роман Володимирович

2. Roman V. Pavlyuk

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.05.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-6749-360X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний лісотехнічний університет України

Код за ЄДРПОУ: 02070996

Місцезнаходження: вул. Генерала Чупринки, Львів, 79057, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кузін Олег Анатолійович

2. Oleg A. Kuzin

Кваліфікація: д. т. н., доц., 05.03.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8375-9789

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний лісотехнічний університет України

Код за ЄДРПОУ: 02070996

Місцезнаходження: вул. Генерала Чупринки, Львів, 79057, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Пилипчук Марія Іванівна

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Пилипчук Марія Іванівна

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Максимів Неля Олександрівна

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна