

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

ПРАЦІ

Таврійського державного
агротехнологічного
університету



ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Випуск 24, том 2
Наукове фахове видання
Технічні науки



Запоріжжя – 2024 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ



ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО



DMYTRO MOTORNYI TAVRIA STATE
AGROTECHNOLOGICAL UNIVERSITY



ПРАЦІ

**Таврійського державного
агротехнологічного університету**
Технічні науки

**PROCEEDINGS OF TAVRIA STATE
AGROTECHNOLOGICAL UNIVERSITY**
Technical sciences

*Виходить 3 рази на рік
Видається з 1998 р.*

**Випуск 24, том 2
Issue 24, volume 2**

WEB: <https://oj.tsatu.edu.ua>

DOI: 10.32782/2078-0877-2024-24-2

**Запоріжжя
2024**



УДК [631.3+621.3+004+663/664]

Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання / ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев. Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. Вип. 24, т. 2. 206 с.

ISSN 2220-8674

Представлені результати наукових досліджень вчених у галузях галузевого машинобудування, енергетики, електротехніки, електромеханіки, харчових технологій, комп'ютерних наук та інформаційних технологій.

Видання призначене для наукових працівників, викладачів, інженерно-технічного персоналу і здобувачів вищої освіти, які спеціалізуються у відповідних або суміжних галузях науки та напрямках виробництва.

Реферативні бази: Crossref, Google Scholar, «Україна наукова», НБУ ім. В. І. Вернадського

Головний редактор

Кюрчев В. М., чл.-кор. НААН України,
д-р техн. наук, проф. (Україна)

Заступники головного редактора

Надикто В. Т., чл.-кор. НААН України,
д-р техн. наук, проф. (Україна)
Панченко А. І., д-р техн. наук, проф. (Україна)

Відповідальний секретар

Волошина А. А., д-р техн. наук, проф. (Україна)

Технічний секретар

Погорельцева Д. О. (Україна)

Editor in chief

Kyurchev V., corresponding member of NAAS of
Ukraine, Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)

Deputy editors in chief

Nadykto V., corresponding member of NAAS of
Ukraine, Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Panchenko A., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)

Executive secretary

Voloshina A., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)

Technical secretary

Pogoreltseva D. (Ukraine)

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ**ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ**

Белоев Христо, д-р техн. наук, проф. (Болгарія)
Даманаускас Відас, д-р техн. наук, проф. (Литва)
Івановс Семенс, д-р техн. наук (Латвія)
Ольт Юрі, PhD, д-р техн. наук, проф. (Естонія)
Паскуцці Сімоне, PhD, доц. (Італія)
Финдура Павол, PhD, проф. (Словачія)
Вершков О. О., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Дідур В. В., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Журавель Д. П., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Кувачов В. П., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Кюрчев С. В., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Скляр О. Г., канд. техн. наук, проф. (Україна)
Скляр Р. В., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Тітова О. А., д-р пед. наук, проф. (Україна)

**ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА
ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА**

Шафранець Анджей, д-р техн. наук, проф. (Польща)
Кавакзех Мохаммед, PhD, проф. (Йорданія)
Бур'ян С. О., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Галько С. В., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Карпалюк І. Т., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Квітка С. О., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Кузнецов М. П., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Лисенко О. В., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Мірошник О. О., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Мороз О. М., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Плюгін В. Є., д-р техн. наук, проф. (Україна)

SECTORAL MACHINE BUILDING

Beloev Hristo, Dr. Sci. Tech., Prof. (Bulgaria)
Damanauskas Vidas, Dr. Sci. Tech. (Lithuania)
Ivanovs Semjons, Dr. Sci. Tech. (Latvia)
Olt Jüri, PhD, Dr. Sci. Tech., Prof. (Estonia)
Pascuzzi Simone, PhD, Assoc. Prof. (Italia)
Pavol Findura, PhD, Prof. (Slovakia)
Vershkov O, Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Didur V., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Zhuravel D., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Kuvachov V., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Kiurchev S., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Sclyar O., Cand. Sci. Tech, Prof. (Ukraine)
Sclyar R., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Titova O., Dr. Sci. Ped., Prof. (Ukraine)

**ELECTRICAL POWER ENGINEERING,
ELECTRICAL ENGINEERING AND
ELECTROMECHANICS**

Szafraniec Andrzej, Dr. Sci. Tech., Prof. (Poland)
Qawaqzeh Mohamed, PhD, Prof. (Jordan)
Burian S., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Halko S., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Karpaliuk I., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Kvitka S., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Kuznietsov M., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Lysenko O., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Miroshnyk O., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Moroz O., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Pluihin V., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)

**КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ**

Гавриленко Є. А., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Гнатушенко В. В., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Гумен О. М., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Дашкевич А. О., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Лубко Д. В., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Лясковська С. Є., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Малкіна В. М., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Мацулевич О. Є., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Холодняк Ю. В., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Яблонський П. М., канд. техн. наук, доц. (Україна)

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

Дейниченко Г. В., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Євлаш В. В., д-р техн. наук проф. (Україна)
Ломейко О. П., канд. техн. наук, доц (Україна)
Паламарчук І. П., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Пилипенко Л. М., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Пріс О. П., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Самойчук К. О., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Сердюк М. Є., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Ялпачик В. Ф., д-р техн. наук, проф. (Україна)

ПРАЦІ

**Таврійського державного
агротехнологічного університету**

Випуск 24, том 2

Засновник

Таврійський державний агротехнологічний
університет імені Дмитра Моторного

Заснований у 1998 році

Свідоцтво про державну реєстрацію
КВ №24285-14125ПР від 27.12.2019 р.
Виходить 3 рази на рік

Рекомендовано до друку вченою радою
Таврійського державного агротехнологічного
університету
імені Дмитра Моторного
Протокол № 10 від 28.05.2024 р.

«Праці ТДАТУ» включено до **Категорії Б**
Переліку наукових фахових видань України
(науки: технічні), в яких можуть
публікуватися результати дисертаційних
робіт на здобуття наукових ступенів
доктора наук і доктора філософії /
кандидата наук (накази МОН України від
17.03.2020 р. № 409)

Адреса редакції

Юридична: 72312, Запорізька обл.
м. Мелітополь, пр. Б. Хмельницького, 18
Фактична: 69600, Запорізька обл.
м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 66
<https://oj.tsatu.edu.ua>
DOI: 10.32782/2078-0877-2024-24-2

COMPUTER SCIENCES

Havrylenko Ye., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Hnatushenko V., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Humen O., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Dashkevych A., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Lubko D., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Liaskovska S., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Malkina V., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Matsulevych O., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Kholodniak Y., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Yablonskyi P., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)

FOOD TECHNOLOGIES

Deynichenko G., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Evlash V., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Lomeiko O., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Palamarchuk I., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Pylypenko L., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Priss, O., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Samoichuk K., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Serdyuk M., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Yalpachik V., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)

**PROCEEDINGS OF TAVRIA STATE
AGROTECHNOLOGICAL UNIVERSITY**

Issue 24, volume 2

Founder

Dmytro Motornyi Tavria State
Agrotechnological University

Founded in 1998

Certificate of governmental registration
KB No. 24285-14125ПР dated December 27, 2019
Published 3 times a year

Recommended for publication by the Academic
Board of Dmytro Motornyi Tavria State
Agrotechnological University
Record No. 10 dated May 28, 2024

Proceedings of TSATU is included in the List of
scientific professional editions of Ukraine
(technical sciences), category B, in which the
results of theses for obtaining scientific degrees
of Doctor of Sciences and Doctor of Philosophy /
Candidate of Sciences can be published (order of
the Ministry of Education and Science of Ukraine
dated March 17, 2020, No. 409)

Address of the Editorial office

Legal address: 72312, Zaporizhzhia region
Melitopol, 18, B. Khmel'nitskyi Ave.
Actual address: 69600, Zaporizhzhia region
Zaporizhzhia, 66, Zhukovskiy Str.
<https://oj.tsatu.edu.ua>
DOI: 10.32782/2078-0877-2024-24-2



ЗМІСТ / CONTENTS

ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

- Журавель Д. П., Бондар А. М.** Техніко-економічне обґрунтування доцільності використання адаптивного рульового керування колісного трактора 7
Zhuravel D., Bondar A. Feasibility study of the feasibility of using adaptive steering of a wheeled tractor
- Самойчук К. О., Самохвал В. А., Червоткіна О. О.** Дослідження роботи багатосекційного пристрою формування паливних брикетів на гвинтових прес-екструдерах 18
Samoichuk K., Samokhval V., Chervotkina O. Study of the operation of a multi-section device for forming fuel briquettes on screw press extruders
- Скляр О. Г., Скляр Р. В., Акулов В. Д.** Шляхи підвищення енергетичної ефективності біогазової установки 27
Skliar O., Skliar R., Akulov V. Ways to increase the energy efficiency of a biogas installation
- Шарапов С. О., Євтушенко С. О., Хованський С. О.** Експериментальний стенд для дослідження процесів змішування в рідинно-парових струминних апаратів 37
Sharapov S., Yevtushenko S., Khovansky S. Experimental stand for research of mixing processes in liquid-vapor jet devices
- Червоткіна О. О., Фучаджи Н. О., Верхоланцева В. О., Самохвал В. А.** Вплив різних параметрів на процес гранулювання рослинної сировини та якість гранул 51
Chervotkina O. O., Fuchadgi N. A., Verkholtantseva V. A., Samokhval V. A. Influence of various parameters on the vegetable raw material pelleting process and pellets quality
- Бага В. М.** Підвищення ефективності проточних частин соплових пристроїв пневматичних систем на основі поглибленого дослідження робочого процесу 61
Baha V. Increasing the efficiency of flow parts of nozzle devices of pneumatic systems on the basis of in-depth study of the working process

ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

- Мірошник О. О., Мороз О. М., Пазій В. Г., Миргород Д. Г., Ганус Р. О., Галько С. В.** Дослідження та порівняння характеристик мікропроцесорного пристрою релейного захисту та автоматики РС83-АВ3 компанії «РЗА СИСТЕМЗ» з пристроями електромеханічного типу 78
Miroshnyk O., Moroz O., Pazyi V., Myrgorod D., Hanus R., Halko S. Research and comparison of characteristics of the microprocessor relay protection and automation device РС83-АВ3 company "RPA SYSTEMS" with electromechanical devices



- Трунова І. М., Мірошник О. О., Середа А. І., Дудніков С. М., Пазій В. Г., Мороз О. М., Савченко О. А., Попадченко С. А., Галько С. В., Ладжинський І. В.** Автоматизована система обґрунтування реконструкції об'єктів розподільних мереж 96
- Trunova I., Miroshnyk O., Sereda A., Dudnikov S., Pazii V., Moroz O., Savchenko O., Popadchenko S., Halko S., Ladyzhynskiy I.** Automated system of justification for reconstruction of distribution network objects
- Бабич М. І., Боярчук В. М., Сиротюк С. В., Коробка С. В., Михалюк М. А., Стукалець І. Г., Баранович С. М.** Визначення витрати води і напору дериваційних гідроелектростанцій для виробництва електроенергії на гірських річках 109
- Babych M., Boyarchuk V., Syrotyuk S., Korobka S., Mykhaliuk M., Stukalets I., Baranovych S.** Determination of water consumption and pressure of derivation hydro-electric power station for electricity production on mountain rivers
- Постол Ю. О., Гулевський В. Б., Постол О. О.** Підвищення енергоефективності житлового сектору 121
- Postol Y., Hulevskiy V., Postol O.** Increase of energy efficiency of the housing sector
- Савойський О. Ю., Сіренко В. Ф., Вольвач Т. С., Сіренко Ю. В.** Підвищення надійності районних трансформаторних підстанції за рахунок орнітологічного захисту ліній електропередачі 130
- Savoiskiy O., Sirenko V., Volvach T., Sirenko Y.** Enhancing the reliability of district transformer substations through ornithological protection of power lines

КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ

- Мацулевич О. Є., Вершков О. О.** Вдосконалення методики контролю якості розробки управляючої програми із застосуванням симулятора роботи токарного верстата з ЧПУ 140
- Matsulevych O., Vershkov O.** Improvement of the quality control methodology of control program development using a work simulator CNC lathe
- Стукалець І. Г., Коробка С. В., Скляр О. Г., Болтянський Б. В., Скляр Р. В.** Оформлення креслеників у середовищі solidworks відповідно до національних стандартів України та міждержавних стандартів 150
- Stukalets I., Korobka S., Skliar O., Boltianskyi B., Skliar R.** Design of engineering drawings in solidworks according to national standards of Ukraine and interstate standards
- Залевська О. В., Можаровський В. М., Суворов Л. В., Половий А. С., Оленєва К. Д.** Моделювання колінного суглоба з використанням методів геометричного моделювання та фрактальної геометрії на основі даних з магнітно-резонансної терапії 166
- Zalevska O., Mozharovsky V., Suvorov L., Polovyi A., Oleneva K.** Modeling of knee joint using geometric modeling and fractal geometry methods based on magnetic resonance therapy data



ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

- Семко Т. В., Іваніщева О. А., Пахомська О. В., Корчак М. І.**
Дослідження можливостей інноваційного обладнання АМС у ресторанних технологіях 176
- Semko T., Ivanishcheva O., Pahomska O., Korchak M.** Research of the possibilities of amc innovative equipment in restaurant technology
- Бандура В. М.** Ресторани – можливості для енергоефективності 186
- Bandura V. N.** Restaurants – opportunities for energy efficiency
- Фучаджи Н. О., Кузьмінська І. М.** Піноутворення в технологічних операціях шляхом збивання 196
- Fuchadzhi N., Kuzminska I.** Foam formation in technological operations through whipping



ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

DOI: 10.32782/2078-0877-2024-24-2-1

УДК 631.372.004.6

Д. П. Журавель¹, д-р техн. наук

ORCID 0000-0002-6100-895X

А. М. Бондар¹, канд. техн. наук

ORCID 0000-0002-4761-9084

*Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного*

e-mail: andriy.bondar@tsatu.edu.ua , тел.: +380969362877

**ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ
ВИКОРИСТАННЯ АДАПТИВНОГО РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ
КОЛІСНОГО ТРАКТОРА**

Анотація. В статті розглянуто питання техніко-економічного обґрунтування доцільності використання адаптивного рульового керування колісного трактора. Проаналізовані сучасні роботи, які пов'язані із визначенням ефективності впровадження науково-технічних рішень та обрані найбільш сучасні. В процесі проведення досліджень було встановлено, що запропонована система рульового керування з постійною чутливістю має високий рівень науково-технічного ефекту. При розрахунку терміну окупності додаткових капітальних вкладень було встановлено, що він становить 1,3 року, це є значно кращим терміном ніж рекомендовані нормативи, які розраховані на 7 років. Використання рульового керування транспортного засобу з постійною чутливістю дає можливість отримати річний економічний ефект в обсязі 161807,2 грн.

Ключові слова: колісний трактор, рульове керування, науково-технічний ефект, коефіцієнта ефективності інвестицій, експлуатаційні витрати, термін окупності.

Постановка проблеми. Задача полягає в підвищенні продуктивності тракторів у сільському господарстві за рахунок максимального використання їх тягово-потужносних властивостей шляхом збільшення робочих швидкостей. Проте робота на підвищених швидкостях може призвести до погіршення стабільності технологічних процесів через збільшення чутливості рульового керування.

Для оцінки ефективності витрат на наукові дослідження, розробку та впровадження системи рульового керування трактору з постійною чутливістю використовувався спільний наказ Міністерства економіки та з питань європейської інтеграції України та Міністерства фінансів України від 25 вересня 2001 року, №218/466. Такий підхід дозволяє забезпечити об'єктивну та достовірну оцінку науково-технічної розробки на всіх її стадіях життєвого циклу.



Результати оцінки ефективності науково-дослідних і науково-конструкторських робіт (НДДКР) використовуються для визначення фактичної економічної ефективності використання рульового керування транспортного засобу з постійною чутливістю у виробництві, а також для впливу на соціально-економічний стан сільськогосподарських суб'єктів господарювання та економіку країни в цілому.

У сучасних умовах ринкової економіки оцінка ефективності НДДКР розширюється, включаючи різні види ефективності, такі як:

1. Науково-технічний ефект: підвищення науково-технічного рівня дослідження, поліпшення параметрів техніки і технологій, відкриття нових закономірностей і законів, що впливають на різні напрямки досліджень та розробок нових технологічних засобів.

2. Економічний ефект: отримання економічних результатів від НДДКР для кожного виробничого підприємства та для народного господарства загалом. Це оцінка впливу нововведень на економіку країни в цілому, враховуючи інтереси різних регіонів, галузей та організацій.

3. Соціальний ефект: зміни умов праці, підвищення рівня життя населення, поліпшення побутових умов, можливостей для морального та духовного розвитку, а також зміни стану довкілля.

Розрахунок економічної ефективності НДДКР повинен враховувати інтереси різних секторів економіки та населення в цілому, а також соціальні та екологічні аспекти розвитку.

Інвестиціями був охоплений виробничий цикл створення системи рульового керування трактору з постійною чутливістю.

Джерелом фінансування науково-технічної розробки визначено залучені кошти із внутрішніх та зовнішніх джерел, що виділялися сільськогосподарським виробничим підприємством. Ключовими показниками інвестування є потенціальні зміни в грошових потоках замовника, дохідність та ризики інвестування.

Аналіз останніх досліджень. Сучасні конструкції рульових керувань, які використовуються в сільськогосподарській техніці мають деякі технічні недоліки: механічні рульові керування не дозволяють гнучко змінювати чутливість рульового привода залежно від технологічних потреб; існуючі схеми не дозволяють вносити коригуючий вплив в залежності від умов руху машино-тракторного агрегату під час виконання сільськогосподарських операцій. Розглядаючи тенденції розвитку рульових керувань мобільних машин сільськогосподарського призначення можна відмітити наступне: найбільш прийнятною є конструкція рульових механізмів з гідравлічним та гідрооб'ємним підсилюванням, тому що вони знімають фізичне навантаження з оператора МТА; особливо цікавими



з технічної точки зору є гідрооб'ємні рульові керування із вільним золотником, які дозволяють виконувати складання керуючих, коригуючих та перетворюючих впливів [1-5].

Проведений аналіз виявив наступні недоліки гідрооб'ємного рульового керування: несиметричність та неоднозначність кінематичної характеристики рульового керування призводить до «плаваючого» нейтрального положення рульового колеса; не забезпечується самоповернення та стабілізація керованих коліс в нейтральне положення; відсутній тактильний контроль повороту трактора; нераціональна конструкція привода рульового механізму призводить до надмірного силового навантаження його елементів (шарнірів, тяг, пальців, різьбових з'єднань тощо) [6-10].

До недоліків механічних та рульових керувань з підсилювачами відносять: постійне передаточне число; велике зусилля на рульовому колесі; нераціональна кінематика на рульовому колесі; нераціональна кінематична залежність передаточного відношення рульового механізму від повороту рульового колеса. Розв'язанням існуючих проблем не лінійних рульових керувань займалися багато дослідників: М. А. Подригало, Д. Р. Елліс, А.Т. Лебедєв, А. С. Литвинов, І. В. Ходес, М. Н. Лисов, Ч. М. Лавров, М. А. Бахмутський, В. О. Петров, та ін. Вони з'ясували, що найбільш ефективними є такі рульові керування, які мають не лінійчасту характеристику, а найбільш перспективними, для подальшого вдосконалення, є гідрооб'ємні та гідравлічні рульові керування [11-23].

Так, двоканальна (комбінована) схема рульового керування є досить перспективною, оскільки вона надає можливість адаптувати функціональні властивості рульового привода транспортного засобу під різні технологічні потреби. Основні переваги цієї схеми включають зміну передаточного числа рульового механізму залежно від швидкості руху транспортного засобу. Це дозволяє покращити стабільність технологічних процесів та забезпечити ефективне керування на різних швидкостях руху. Такий підхід сприяє оптимізації ефективності використання транспортних засобів у різних умовах експлуатації. Наявність в рульових керуваннях з гідропідсилювачем та гідрооб'ємних рульових керуваннях низки технічних та експлуатаційних переваг дозволяє констатувати, що використання адаптивного рульового керування з перемінним передаточним відношенням рульового механізму дозволить забезпечити підвищення добротності процесу керування МТА, а також зменшити інформаційне навантаження на оператора [24-26].

Формулювання мети статті. Метою статті є техніко-економічне обґрунтування доцільності використання адаптивного рульового керування колісного трактору.



Основна частина. Для оцінки техніко-економічної ефективності системи рульового керування з постійною чутливістю можна використати такі показники:

– додаткова врожайність: розрахувати додатковий валовий прибуток, який отримується від збільшення врожайності кукурудзи. Це можна зробити, помноживши додаткову врожайність на ціну однієї тони кукурудзи.

– загальні експлуатаційні витрати: порівняти сумарні витрати на обраній технологічній операції для існуючого і проектного варіантів.

– вартість додаткового обладнання: врахувати витрати на придбання та впровадження нового обладнання для реалізації системи рульового керування з постійною чутливістю.

– додатковий валовий прибуток: розрахувати різницю між прибутком, отриманим від додаткової врожайності, і витратами на додаткове обладнання.

– показники науково-технічного рівня: порівняти результати та характеристики запропонованої системи рульового керування з аналогами, які використовуються світовою практикою.

За результатами порівняння ми можемо визначити, наскільки запропонована система перевершує або відповідає світовому рівню, а також оцінити її техніко-економічну доцільність в порівнянні з існуючими аналогами. Оцінку науково-технічного рівня системи рульового керування транспортною засобу з постійною чутливістю наведені в таблиці 1.

Індекс науково-технічного ефекту (НТЕ), результатів НДДКР визначався наступним чином:

$$I_{НТЕ} = \sum_{j=1}^4 ОП \cdot K_B, \quad (1)$$

де $I_{НТЕ}$ – індекс науково-технічного ефекту (НТЕ);

$ОП$ – рівень ознаки показника науково-технічного ефекту (НТЕ), бал;

K_B – коефіцієнт важливості j -го показника НТЕ;

j – кількість заданих показників НТЕ.

$$I_{НТЕ} = 4 \cdot 0,3 + 6 \cdot 0,4 + 2 \cdot 0,2 + 10 \cdot 0,1 = 5$$

Виходячи з результатів таблиці 1 ми можемо стверджувати, що індекс НТЕ буде знаходитись в наступних межах:

$$I_{НТЕmin} \leq I_{НТЕ} \leq I_{НТЕmax}, \quad (2)$$

де $I_{НТЕmin}$ – мінімальне значення індексу науково-технічного ефекту, $I_{НТЕmin} = 1,9$;

$I_{НТЕmax}$ – максимальне значення індексу НТЕ, $I_{НТЕmax} = 10$.

Тоді рівняння індексу науково-технічного ефекту можемо записати в числових значеннях:

$$1,9 \leq I_{НТЕ} \leq 10$$



Таблиця 1

Технічні параметри науково-технічного рівня (НТР) результатів науково-дослідних і науково-конструкторських робіт

| № | Показники НТЕ | Ознаки показників | Кількість балів | Обрана категорія | Коефіцієнт важливості показника |
|---|---|---|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| 1 | Науково-технічний рівень (НТР) | Перевищує найкращі світові аналоги Відповідає світовому рівню Нижчий від існуючих світових аналогів Перевищує вітчизняні аналоги Відповідає вітчизняному рівню Нижчий від вітчизняного рівня | 10 7-9 5-6 3-4 1-2 0 | - - - 4 - - | 0,3-0,35 |
| 2 | Перспективність | Першочергова важливість Важливі Корисні | 10 5-7 1-3 | - 6 - | 0,35-0,4 |
| 3 | Масштаби потенційного практичного використання | Світовий ринок Галузі національної економіки Галузь (регіон) Окреме підприємство | 10 7-8 3-5 1-2 | - - - 2 | 0,2 |
| 4 | Ступінь імовірності досягнення позитивних результатів НДДКР | Великий (значний) Помірний (середній) Малий (слабкий) | 10 5-6 1-3 | 10 - - | 0,1 |

Порівнюючи гранично можливі значення з розрахунковим індексом науково-технічного ефекту, можемо зазначити його високий рівень при використанні запропонованої комбінованої (адаптивної) системи рульового керування транспортного засобу.

Вихідні дані для розрахунку чистого дисконтованого доходу (ЧДД):

- площа посівів кукурудзи у господарстві, га - 170;
- збільшення врожайності кукурудзи за рахунок зменшення агротехнічних строків виконання польових робіт, поліпшення розпушування ґрунту та підгортання рослин, ц/га – 1.9;
- вартість кукурудзи (на розрахунковий період), грн/т – 5412;
- вартість виготовленого обладнання та програмного забезпечення, грн – 65613,3.



Кількість врожаю, який буде зібраний за рахунок впровадження комбінованої (адаптивної) системи рульового керування транспортного засобу розраховуємо за формулою:

$$W = K \cdot N, \quad (3)$$

де W - обсяг врожаю, який буде зібраний за рахунок впровадження системи рульового керування транспортного засобу з постійною чутливістю, ц;

K – площа обробітку одним культиватором, га;

N – показник, який враховує підвищення врожайності кукурудзи, за рахунок зменшення строків виконання робіт та поліпшення підгортання рослин, ц.

$$W = 170 \cdot 1.9 = 323 \text{ ц.}$$

Розраховуємо кількість коштів, які надійдуть до господарства, за рахунок реалізації додатково отриманої кукурудзи:

$$S = W \cdot Ц, \quad (4)$$

де S - кількість коштів, які надійдуть до господарства, за рахунок реалізації додатково отриманої кукурудзи, грн;

$Ц$ – ринкова вартість зерна кукурудзи (на поточний момент), грн/т.

$$S = 32,3 \cdot 5412 = 174807,6 \text{ грн.}$$

Відповідно на один гектар надходження складуть:

$$R = \frac{S}{K}, \quad (5)$$

$$R = \frac{174807,6}{170} = 1028 \text{ грн/га}$$

Чистим грошовим потоком називають щорічні значення касової готівки, яка є різницею між сумою надходження та витратами грошей. В загальному вигляді формула має наступний вигляд:

$$P_{it} = Pt_i - Qt_i, \quad (6)$$

де: P_{it} – чистий грошовий потік у t_i – періоді реалізації проєкту;

Pt_i – приток грошей у поточному періоді;

Qt_i – відтік грошей у звітному періоді.

Інтегральним чистим грошовим потоком називають суму грошових потоків за весь період життєвого циклу проєкту, тобто:

$$P_T = \sum_{t=0}^T (Pt - Qt), \quad (7)$$

де P_T – інтегральний чистий грошовий потік, грн.

Відповідно до таблиці 2 цей показник складатиме:

$$Pt_i = 85455,3 \text{ грн.}$$

Таблиця 2

Чистий дисконтований дохід від використання модернізованого
рульового керування

| Роки | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Чистий грошовий потік | 117339,5 | 174807,6 | 174807,6 | 174807,6 | 174807,6 | 174807,6 | 174807,6 |
| Чистий дисконтований дохід | 10649,6 | 11608,5 | 15653,6 | 13975,6 | 12478,9 | 11141,7 | 9947,4 |
| Разом | | | | | | | 85455,3 |

При розрахунку коефіцієнта ефективності інвестицій не застосовують дисконтування, при його розрахунку для представленого проєкту коефіцієнт оцінюється відношенням середньорічного чистого прибутку до середньорічних інвестиційних вкладень. Іноді його називають показником рентабельності (в нашому інвестицій).

Для визначення оцінки коефіцієнта за повний цикл життя інвестиційного проєкту використали наступну розрахункову формулу:

$$\text{Кеф.інв} = \frac{P_{cp}}{1/2(I + R)} \quad (8)$$

де P_{cp} – середньорічний чистий прибуток від реалізації проєкту;
 I – повні проєктні інвестиції;
 R – ліквідаційна вартість проєкту.

$$\text{Кеф.інв} = 13,82 \%$$

Отримане значення більше 1, тому використання модернізованого рульового керування на міжрядному обробітку ґрунту є доцільним.

$$T_{OK} = \frac{Pt_i}{K_{доо}} \quad (9)$$

де: T_{OK} – термін окупності додаткових капітальних вкладень, рік;
Відповідно до попередніх розрахунків термін окупності додаткових капітальних вкладень складатиме:

$$T_{OK} = 85455,3/65613,3 = 1,3 \text{ року}$$

Річний економічний ефект визначається наступним чином:

$$E_{фр} = \left[\left(\frac{E_{в.іс}}{Q_{іс}} + E_n \frac{K_{іс}}{Q_{іс}} \right) - \left(\frac{E_{в.нр}}{Q_{нр}} + E_n \frac{K_{іс} + K_{доо}}{Q_{нр}} \right) \right] \cdot Q_{нр} + 3_{зб}, \quad (10)$$

де $E_{фр}$ – економічний ефект річний, грн;
 $E_{в.іс}$ – експлуатаційні витрати існуючі, дорівнюють 4554 грн.;



$E_{в.пр}$ – експлуатаційні витрати проектні, дорівнюють існуючим, грн.;

Q_{ic} – обсяг виробництва кукурудзи зі 170 га, при існуючих умовах т;

$Q_{пр}$ – обсяг виробництва кукурудзи зі 170 га, при використанні проектних рішень, т;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності використання капітальних вкладень, приймається до розрахунку $E_n = 0,15$;

Z_6 – збиток від не впровадження рульового керування транспортного засобу постійної чутливості. Приймається до розрахунку $Z_6 = S$, грн.

Таким чином річний економічний ефект складатиме:

$$E_{эф} = \left[\left(\frac{4554}{386} + 0,15 \frac{32460}{386} \right) - \left(\frac{4554}{418} + 0,15 \frac{32460 + 62613,3}{418} \right) \right] \cdot 418 + 174807,6$$
$$= 161807,2 \text{ грн.}$$

Висновки. 1. В даній роботі оцінка ефективності науково-технічних розробок розглядалась з точки зору ринкової економіки, а саме: науково-технічний ефект, економічний ефект, соціальний ефект. Технічні параметри науково-технічного рівня результатів НДДКР розглянуті за чотирма напрямками, а саме: потенційні масштаби практичного використання, перспективність, науково-технічний рівень, ступінь імовірності досягнення позитивних результатів НДДКР, і було встановлено, що запропонована система рульового керування з постійною чутливістю має високий рівень науково-технічного ефекту.

2. В результаті обчислення чистого дисконтованого доходу від використання модернізованого рульового керування встановлено, що він складатиме у перший рік використання 10649,6 грн., а за 7 років складе 85455,3 грн.

3. При розрахунку терміну окупності додаткових капітальних вкладень було встановлено, що $T_{ок} = 1,3$ року, це є значно кращим терміном ніж рекомендовані нормативи, які розраховані на 7 років.

4. Використання рульового керування транспортного засобу з постійною чутливістю дає можливість отримати річний економічний ефект в обсязі 161807,2 грн.

Список використаних джерел

1. Петров В. О. Постійна чутливість рульового керування мобільних машин у транспортному режимі. *Праці Таврійської державної агротехнічної академії*. 2006. Вип. 43. С. 98–102.

2. Петров В. О. Постійна чутливість рульового керування мобільних машин у транспортному режимі. *Праці Таврійської державної агротехнічної академії*. 2006. Вип. 43. С. 98.



3. Петров В. О. Синтез ергономічних рульових управлінь для мобільних машин. *Праці Таврійської державної агротехнічної академії*. 2000. Вип. 1, т. 17. С. 60-64.

4. Лубяний М. М. Аналіз функціонування системи "водій-рульове керування" МТА. *Праці Таврійської державної агротехнічної академії*. 2000. Вип. 1, т. 17. С. 21-27.

5. Петров В. О. Рульове управління колісного шасі яке реалізує керування напрямком руху по положенню. *Праці Таврійської державної агротехнічної академії*. 2001. Вип. 1, т. 24. С. 83-86.

6. Журавель Д. П., Бондар А. М. Обґрунтування показників експлуатаційної надійності енергетичних засобів. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції*. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 467-473.

7. Galina Gritsaenko, Igor Gritsaenko. Mechanism for the Maintenance of Investment in Agriculture. *Modern Development Paths of Agricultural Production*. 2019. Ch. 1. P. 29-40.

8. Kyrylo Samoichuk, Olga Viunyk, Dmytro Milko. Research on milk homogenization in the stream homogenizer with separate cream feeding. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2020. Vol. 14. P. 142-148.

9. Dmitry Milko, Kyrylo Samoichuk, Yulia Postol. Revealing new patterns in resourcesaving processing of chromium-containing ore raw materials by solidphase reduction. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2020. № 1/12(103). P. 24-29.

10. Dmytro Milko, Oleksandr Sclyar, Radmila Sclyar, Ganna Pedchenko. Results of the nutritional preservation research of the alfalfa laying on storage with two-phase compaction. *INMATEH - Agricultural Engineering*. 2020. Vol. 60(1). P. 269-274.

11. Kyrylo Samoichuk, Nadiya Palyanichka, Vadim Oleksiienko, Serhii Petrychenko. Improving the quality of milk dispersion in a counter-jet homogenizer. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2020. Vol. 14. P. 633-640.

12. Дашивець Г. І. Обґрунтування швидкісних параметрів роботи машино-тракторного агрегату. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2021. Вип. 11, т. 2. С. 85-97. <https://doi.org/10.31388/2220-8674-2021-2-16>.

13. Dmytro Zhuravel. Research of lubricant properties of used tractor motor oils. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2021. Вип. 11, т. 2. 18 с. <https://doi.org/10.31388/2220-8674-2021-2-5>.

14. Kuznetsov, M., Lysenko, O., Chebanov, A. (2021). Ensuring power balance in a hybrid power system with a backup generator. *Eastern-*



European Journal of Enterprise Technologies. № 6(8(114)). Р. 6–15. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.245557>.

15. Дашивець Г. І. Методика обробки емпіричних даних якісних показників роботи колісної машини. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2022. Вип. 12, т. 2. Р. 3416. <https://doi.org/10.3390/en15093416>.

19. Журавель Д. П. Вплив технічного обслуговування і ремонту на надійність машин та обладнання при використанні біологічних рідин. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного*. 2020. Вип. 10, т. 1. <https://doi.org/10.31388/2220-8674-2020-1-3>.

20. Журавель Д. П. Раціональне використання біологічних олив для мобільних енергетичних засобів. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного*. 2020. Вип. 10, т. 1. С. 1-9. <https://doi.org/10.31388/2220-8674-2020-1-9>.

21. Мілько Д. О. Методика складання раціону великої рогатої худоби на основі поживної цінності кормових компонентів. *Механізація та електрифікація сільського господарства*. 2019. Вип. № 10(109). С. 91-96.

22. Дашивець Г. І. Дослідження адаптивної роботи рульового керування транспортного засобу в швидкісному режимі. *Сучасні наукові дослідження на шляху до Євроінтеграції: матеріали міжнар. наук.-практ. форуму (21-22 червня 2019 р.)*. Мелітополь, 2019. Ч. 1. С. 203-204.

23. Бондар А. М. Фактори поліпшення керованості МТА. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2009. №2-09. С. 150-160.

24. Бондар А. М. Надійність людини-оператора в складній технічній системі. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2009. Вип. 9, т. 5. С. 13-18.

25. Бондар А. М. Вдосконалення рульових механізмів із перемінним передаточним відношенням. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2010. Вип. 10, т. 2. С. 13-18.

26. Бондар А. М. Використання бальної оцінки для визначення економічної ефективності результатів наукової роботи. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2012. Вип. 12, т. 1. С. 172-176.

Стаття надійшла до редакції 11.03.2024 р.



D. Zhuravel¹, A. Bondar¹

¹Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University

**FEASIBILITY STUDY OF THE FEASIBILITY OF USING
ADAPTIVE STEERING OF A WHEELED TRACTOR**

Summary

Powered wheeled tractors are currently widely used in all climate zones in approximately fifty transport, technological and agricultural operations. However, in operating conditions, all the capabilities of these wheeled tractors are not always used rationally. One of the main directions of increasing the productivity of tractors in agriculture is the maximum use of their traction and power properties. This is possible only when the working speeds of the power tool are increased. However, work at high speed modes leads to a deterioration in the stability of technological processes due to an increase in steering sensitivity, because with an increase in the speed of the machine-tractor unit, it is necessary to increase the gear ratio of the steering mechanism, and with a decrease in speed, accordingly, reduce it. To date, there is no such agricultural machinery, the steering of which would fully meet these requirements. Therefore, scientific work aimed at creating steering systems for agricultural machine-tractor units operating at high-speed modes and ensuring the adaptability of the steering gear ratio depending on the speed of its movement is relevant. The article deals with the issue of feasibility study of the feasibility of using adaptive steering on a wheeled tractor. Modern works related to determining the effectiveness of the implementation of scientific and technical solutions are analysed and the most modern ones are selected. During the research, it was established that the proposed steering system with constant sensitivity has a high level of scientific and technical effect. When calculating the payback period of additional capital investments, it was found that it is 1.3 years, which is a much better period than the recommended standards, which are calculated for 7 years. The use of vehicle steering with constant sensitivity makes it possible to obtain an annual economic effect in the amount of UAH 161807.2. The net discounted income from the use of modernized steering was also calculated and it was determined that it will amount to UAH 10,649.6 in the first year of use, and UAH 85455.3 in 7 years.

Keywords: wheeled tractor, steering, scientific and technical effect, investment efficiency ratio, operating costs, payback period.

ПРАЦІ
Таврійського державного агротехнологічного університету

Наукове фахове видання

Випуск 24, том 2

Заснований у 1998 р
Виходить три рази на рік

Свідоцтво про державну реєстрацію
Друкованого засобу масової інформації
Міністерство юстиції
КВ 24285-14125 ПР від 27.12.2019 р.

Відповідальний за випуск – д.т.н., професор Панченко А.І.

Підписано до друку 01.06.2024 р. Формат 60x84/8. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 23,95. Наклад 100.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
65101, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1
Телефони: +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.