

INŻYNIERIA ROLNICZA

Seria: Monografie i Rozprawy

ISBN 978-83-64377-81-5

**Volodymyr Kuvachov, Taras Hutsol,
Szymon Glowacki, Tomasz Nurek,
Savelii Kukharets, Iryna Horetska**

**Research on the operational processes
of specialized wide-track agricultural
machinery under conditions
of controlled farming**

Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej

Kraków 2026

**Дослідження процесів
функціонування спеціалізованих
ширококолійних
енерготехнологічних агрозасобів
в колійній системі землеробства**

**Кувачов Володимир, Гуцол Тарас, Гловацький Шимон,
Нурик Томаш, Кухарець Савелій, Горецька Ірина**

Kraków 2026

Publishing house's academic council:

Radomir Adamovsky, Czech University of Life Sciences Prague, Czech Republic
Aylin Altan, Mersin University, Turkey
Vlodymyr Bulgakov, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
Karl-Heinz Dammer, Leibniz-Institute for Agricultural Engineering and Bioeconomy, Germany
Dariusz Dziki, University of Life Sciences in Lublin, Poland
Pavol Findura, Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia
Dorota Haman, University of Florida, USA
Zuzana Hlaváčová, Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia
Lisa A. Holden, College of Agricultural Sciences, USA
Ryszard Hołownicki, Research Institute of Horticulture in Skierniewice, Poland
Bruno Huyghebaert, Walloon Agricultural Research Centre, Belgium
Jacek Przybył, Poznań University of Life Sciences, Poland
Alaa Subr, University of Baghdad, Iraq
Bernardo Strasbourg, Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro, Brazil
Muhammad Sultan, Bahauddin Zakariya University, Pakistan

Editorial Committee

Prof. dr hab. inż. Maciej Kuboń – Editor-in-Chief
Prof. dr hab. inż. Sławomir Kocira – Secretary

Reviewers:

Prof. dr hab. inż. Rolandas Bleizgys - Vytautas Magnus University Agriculture Academy
Prof. dr hab. inż. Sławomir Kocira - Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Publisher:

Wydawnictwo „Inżynieria Rolnicza”
Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, Kraków, ul. Balicka 116B

Second revised edition.

ISBN 978-83-64377-81-5

Printing and binding:

NOVA SANDEC
ul. Lwowska 143, 33-300 Nowy Sącz
tel. +48 (18) 441 02 88
e-mail: biuro@novasandec.pl; <http://www.novasandec.pl>

Ark. wyd. 9,24; ark. druk. 8,25

Nakład: 100 egz.

Contents:

PREFACE	7
1. TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF SPECIALIZED WIDE-TRACK ENERGY-TECHNOLOGICAL AGRICULTURAL UNITS FOR THE TRACK FARMING SYSTEM	11
1.1. Relevance of the problem of soil over-compaction caused by the running systems of mobile agricultural machinery and analysis of methods for its mitigation.....	11
1.1.1. <i>Negative consequences of increasing the energy supply and power capacity of agricultural production</i>	11
1.1.2. <i>Development of methods for reducing the compacting impact of propulsion systems of power units and machines on soil</i>	18
1.2. Track and bridge farming systems as a perspective for increasing crop production efficiency	24
1.3. State and features of research on the operating patterns of wide-track units based on the principles of track and bridge farming	37
2. RESEARCH PROGRAM AND OBJECTS	73
3. STUDY OF THE PROPERTIES OF THE PERMANENT TECHNOLOGICAL TRACK	79
4. RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF AGGREGATES	83
4.1. Testing of soil-tillage units based on the wide-track agricultural vehicle of TDATU	83
4.2. Testing of a wide-track TDATU-based unit for spreading bulk materials .	87
4.3. Study of the process of parallel guidance of the TDATU agricultural vehicle during its power-based (side-drive) turning	95
5. ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF USING WIDE-TRACK AGRICULTURAL UNITS IN THE TRACK FARMING SYSTEM	105
5.1. Assessment of the potential productivity of a wide-track agricultural unit.....	105
5.2. Assessment of the economic efficiency of using wide-track agricultural units	107
GENERAL CONCLUSIONS	116
REFERENCES	119

Зміст:

ПЕРЕДМОВА	9
1. ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ШИРОКОКОЛІЙНИХ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЧНИХ АГРОЗАСОБІВ ДЛЯ КОЛІЙНОЇ СИСТЕМИ ЗЕМЛЕРОБСТВА	11
1.1. Актуальність проблеми переущільнення ґрунтів ходовими системами мобільної сільськогосподарської техніки та аналіз способів її вирішення	11
1.1.1. <i>Негативні наслідки підвищення енергозабезпеченості і енергоозброєності сільськогосподарського виробництва</i>	11
1.1.2. <i>Розвиток способів зменшення ущільнюючого впливу ходових систем енергетичних засобів та машин на ґрунту.....</i>	18
1.2. Колійна та мостова системи землеробства – перспектива підвищення ефективності рослинництва	24
1.3. Стан та особливості дослідження закономірностей функціонування ширококолійних агрегатів за принципами колійного і мостового землеробства	37
2. ПРОГРАМА ТА ОБ’ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	73
3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОСТІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КОЛІЇ	79
4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ АГРЕГАТІВ .	83
4.1. Випробування ґрунтообробних агрегатів на основі ширококолійного агрозасобу ТДАТУ	83
4.2. Випробування агрегату на основі ширококолійного агрозасобу ТДАТУ для розкидання сипких матеріалів	87
4.3. Дослідження процесу паралельного водіння агрозасобу ТДАТУ при його силовому (бортовому) способі повороту	95
5. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ШИРОКОКОЛІЙНИХ АГРОЗАСОБІВ В КОЛІЙНІ СИСТЕМІ ЗЕМЛЕРОБСТВА	105
5.1. Оцінка потенційної продуктивності ширококолійного агрозасобу	105
5.2. Оцінка економічної ефективності використання ширококолійних агрозасобів	107
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	114
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	119

PREFACE

The analysis of the current state of agricultural production and the challenges of improving its efficiency indicates that traditional crop cultivation technologies based on tractor–combine systems have practically exhausted their development potential. Their widespread use causes a number of systemic problems, among which the most significant are low energy efficiency, soil degradation due to compaction and damage by heavy machinery, limited possibilities for process automation, and increasing dependence on non-renewable fuel resources.

In the context of sustainable agricultural development, a promising direction is the implementation of innovative farming technologies, particularly track-based and bridge-based systems. These systems provide the technological foundation for automation and robotics in most crop production processes, enable effective implementation of precision and digital agriculture principles, and offer significant ecological and economic advantages.

At the same time, practical implementation of track-based farming principles using traditional tractor–combine equipment faces several technical limitations. These include difficulties in matching the running gear parameters of standard machines to a fixed technological track, the mismatch of power unit traction properties with the working width of agricultural machines and implements, all of which reduce the techno-economic efficiency of performing technological operations.

In this context, the use of specialized wide-track agricultural machinery, operating according to the principles of track-based farming, is highly relevant. Their implementation ensures improved efficiency in soil cultivation and crop care; however, it requires a sound scientific basis for optimizing the schemes, parameters, and operating modes of such machinery.

Currently, these issues remain insufficiently studied, and the practical realization of the technological potential of specialized wide-track machinery is limited. Considering the need to address food security, develop resource-saving technologies, and comply with modern trends in scientific and technical progress—such as comprehensive mechanization, electrification, automation, and robotics—this research direction is both scientifically and practically relevant.

The aim of the study is to improve the technical and operational performance of specialized wide-track agricultural machinery by developing and implementing principles for their efficient functioning and use within track-based farming systems. The research object is the functioning processes of such machinery as dynamic and technological systems, while the subject is the patterns of influence of their schemes, design parameters, and operating modes on functional efficiency.

ПЕРЕДМОВА

Аналіз сучасного стану сільськогосподарського виробництва та проблем підвищення його ефективності свідчить про те, що традиційні технології вирощування культурних рослин, засновані на тракторно-комбайнових системах, практично вичерпали потенціал подальшого розвитку. Їх широке застосування зумовлює низку системних проблем, серед яких ключовими є низький енергетичний коефіцієнт корисної дії, деградація ґрунтів унаслідок їх ущільнення та руйнування рушіями важких машин, обмежені можливості автоматизації виробничих процесів, а також зростання залежності від невідновлюваних паливних ресурсів.

У контексті сталого розвитку аграрного сектору перспективним напрямом є впровадження інноваційних технологій землеробства, зокрема колійної та мостової систем. Зазначені системи формують технологічну основу для автоматизації та роботизації більшості процесів у рослинництві, створюють умови для ефективної реалізації принципів точного й цифрового землеробства та забезпечують істотні екологічні й економічні переваги.

Водночас практична реалізація принципів колійної системи землеробства із застосуванням традиційних тракторно-комбайнових агрегатів супроводжується низкою технічних обмежень. До них належать складність узгодження параметрів ходових систем серійних машин із постійною технологічною колією, невідповідність тягових характеристик енергозасобів ширині захвату сільськогосподарських машин і знарядь, що зумовлює зниження техніко-економічної ефективності виконання технологічних операцій.

У зв'язку з цим актуальним є використання спеціалізованих ширококолійних засобів механізації сільськогосподарського виробництва, які функціонують відповідно до принципів колійної системи землеробства. Їх впровадження забезпечує підвищення ефективності обробки ґрунту та догляду за культурними рослинами, однак потребує належного наукового обґрунтування схем, параметрів і режимів роботи таких агрозасобів.

Паразі зазначені питання залишаються недостатньо дослідженими, а практична реалізація потенційних технологічних можливостей спеціалізованих ширококолійних засобів механізації є обмеженою. З огляду на необхідність вирішення продовольчої проблеми, розвитку ресурсозберігаючих технологій та відповідності сучасним тенденціям науково-технічного прогресу, пов'язаним із комплексною механізацією, електрифікацією, автоматизацією й роботизацією, даний напрям досліджень є науково та практично актуальним.

Метою дослідження є підвищення техніко-експлуатаційних показників спеціалізованих ширококолійних засобів механізації шляхом розроблення та впровадження основ їх ефективного функціонування і використання в колійній системі землеробства. Об'єктом дослідження є процеси функціонування зазначених агрозасобів як динамічних і технологічних систем, а предметом — закономірності впливу їх схем, конструктивних параметрів і режимів роботи на ефективність функціонування.

Authors Information

Volodymyr Kuvachov

Sc.D. in Engineerig, Professor, Department of Machine Usage in Agriculture, Dmytro Motorny Tavsria State Agrotechnological University, Ukraine;

Taras Hutsol

- Sc.D. in Engineerig, Faculty of Production and Power Engineering, University of Agriculture in Krakow, Balicka 116B, 30-149 Krakow, Poland;

- Ukrainian University in Europe – Foundation, Balicka 116, 30-149 Krakow, Poland;

Szymon Glowacki

Sc.D. in Engineerig, Professor SGGW, Institute of Mechanical Engineering, Warsaw University of Life Sciences - SGGW, Warsaw, Poland;

Tomasz Nurek

Sc.D. in Engineerig, Professor, Director of Institute of Mechanical Engineering, Warsaw University of Life Sciences - SGGW, Warsaw, Poland.

Kukharets Savellii

Sc.D. in Engineering, Professor, Department of Mechanical, Energy and Biotechnology Engineering, Agriculture Academy, Vytautas Magnus University, Kaunas, Lithuania;

Iryna Horetska

- Department of Agricultural Engineering, Odesa State Agrarian University, Odesa, Ukraine;

- Bioeconomy Research Institute, Agriculture Academy, Vytautas Magnus University, Project "Development of Bioeconomy Research Centre of Excellence" (BioTEC), Studentų str. 11, Akademija, LT-53362 Kaunas, Lithuania;

Funding:

The publication was financed by the Science Development Fund of the Warsaw University of Life Sciences – SGGW, and the project received co-financing from the Ministry of Education, Science and Sports of the Republic of Lithuania and the Research Council of Lithuania (LMTLT) under the Program' University Excellence Initiative' Project 'Development of the Bioeconomy Research Center of Excellence' (BioTEC), agreement № S-A-UEI-23-14.

Acknowledgments:

The authors would like to thank the Reviewers for their constructive review, which significantly improved the monograph and Ukrainian University in Europe – Foundation (<https://universityue.com/>, accessed on 10.10.2025).

Conflicts of Interest:

The authors declare that they have no conflict of interest.