

Всеукраїнський науково-технічний журнал

All-Ukrainian Scientific & Technical Journal

ISSN 2520-6168 (Print)

DOI:10.37128/2520-6168-2024-2



№2 (125)



2024

Machinery  
Energetics  
Transport  
of Agribusiness

**ТЕХНІКА**  
**ЕНЕРГЕТИКА**  
**ТРАНСПОРТ АПК**



*Науковий журнал*

**ТЕХНІКА,  
ЕНЕРГЕТИКА,  
ТРАНСПОРТ АПК**

*№ 2 (125) / 2024*

**м. Вінниця - 2024**

*Scientific Journal*

**Engineering,  
Energy, Transport  
AIC**

*Vol 125, № 2 / 2024*

**Vinnytsia – 2024**



**ТЕХНІКА,  
ЕНЕРГЕТИКА,  
ТРАНСПОРТ АПК**

Журнал науково-виробничого та навчального спрямування  
Видавець: Вінницький національний аграрний університет

Заснований у 1997 році під назвою «Вісник Вінницького державного сільськогосподарського інституту».

Правонаступник видання: Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки.

Свідоцтво про державну реєстрацію засобів масової інформації  
КВ № 16644–5116 ПР від 30.04.2010 р.

Науковий журнал. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2024. № 2 (125). С. 1–142.

Друкується за рішенням Вченої ради Вінницького національного аграрного університету (протокол № 2 від 30.08.2024 р.)

Свідоцтво про державну реєстрацію засобів масової інформації №21906-11806 Р від 12.03.2016р.

Журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» включено до переліку наукових фахових видань України з технічних наук (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України від 02.07.2020 року №886);

Згідно рішення Національної ради України з питань телебачення та радіомовлення від 25.04.2024 р. №1337 науковому журналу «Техніка, енергетика, транспорт АПК» присвоєно ідентифікатор медіа R30-05173.

- присвоєно ідентифікатор цифрового об'єкта (*Digital Object Identifier – DOI*);

- індексується в *CrossRef, Google Scholar*;

- індексується в міжнародній наукометричній базі *Index Copernicus Value* з 2018 року.

Головний редактор

**Олексій ТОКАРЧУК** – к.т.н., доцент,  
Вінницький національний аграрний університет

Заступник головного редактора

**Наталія ВЕСЕЛОВСЬКА** – д.т.н., професор,  
Вінницький національний аграрний університет

Відповідальний секретар

**Юрій ПОЛЄВОДА** – к.т.н., доцент, Вінницький  
національний аграрний університет

Члени редакційної колегії

**Анатолій СПІРІН** – к.т.н., доцент,  
Вінницький національний аграрний університет

**Олег ЦУРКАН** – д.т.н., професор,  
Вінницький національний аграрний університет

**Валерій ГРАНЯК** – к.т.н., доцент,  
Вінницький національний аграрний університет

**Олена СОЛОНА** – к.т.н., доцент,  
Вінницький національний аграрний університет

**Віталій ЯРОПУД** – к.т.н., доцент,  
Вінницький національний аграрний університет

**Ігор ТВЕРДОХЛІБ** – к.т.н., доцент,  
Вінницький національний аграрний університет

**Володимир БУЛГАКОВ** – д.т.н., професор,  
академік НААН України, Національний  
університет біоресурсів і природокористування  
України

**Ростислав ІСКОВИЧ-ЛОТОЦЬКИЙ** – д.т.н.,  
професор, Вінницький національний технічний  
університет

**Ігор КУПЧУК** – к.т.н., доцент,  
Вінницький національний аграрний університет

**Ярослав ІВАНЧУК** – к.т.н., доцент,  
Вінницький національний технічний університет

Зарубіжні члени редакційної колегії

**Йордан Максимов** – д.т.н., професор, Технічний  
університет Габрово (Болгарія)

**Аудріус Жунда** – к.т.н., доцент, Університет Вітовта  
Великого (Литва)

відповідальний секретар редакції – Полєвода Ю.А. к.т.н., доцент,

літературний редактор української та іноземних мов – Погранична Н.М.,

Адреса редакції: 21008, Вінниця, вул. Сонячна 3, Вінницький національний аграрний університет, тел. (0432) 46–00–03

Сайт журналу: <http://tetapk.vsau.org/>

Електронна адреса: [pophv@ukr.net](mailto:pophv@ukr.net)

Journal of scientific, industrial and educational direction

**ENGINEERING,  
ENERGY,  
TRANSPORT AIC**

Publisher: Vinnytsia National Agrarian University

It was founded in 1997 under the name "Bulletin of the Vinnytsia State Agricultural Institute".

Successor publication: Collection of Scientific Works of the Vinnytsia National Agrarian University. Series: Technical sciences.

Certificate of state registration of mass media

KV No. 16644–5116 PR dated 04/30/2010

Scientific Journal. (2024). *Technology, Energy, Transport AIC*, Vol. 125, № 2, P. 1–142.

Printed by decision of the Academic Council of the Vinnytsia National Agrarian University (protocol №. 2 dated August 30, 2024)

Certificate of state registration of mass media №. 21906-11806 R dated March 12, 2016.

The journal "Technology, Energy, Transport of the Agricultural Industry" is included in the list of technical scientific publications of Ukraine (Category "B", Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated July 2, 2020 №. 886);

According to the decision of the National Council of Ukraine on Television and Radio Broadcasting dated April 25, 2024 №. 1337, the scientific journal "Technology, Energy, Transport of the Agricultural Industry" was assigned the media identifier R30-05173.

- assigned a digital object identifier (Digital Object Identifier - DOI);
- indexed in CrossRef, Google Scholar;
- indexed in the international scientometric database Index Copernicus Value since 2018.

Chief editor

**Olexii TOKARCHUK** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Vinnytsia National Agrarian University (Ukraine)

Deputy editor-in-chief

**Natalia VESELOVSKA** – Doctor of Technical Sciences, Full Professor, VNAU (Ukraine)

Responsible secretary

**Yuriy POLIEVODA** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, VNAU (Ukraine)

Members of the editorial board

**Anatoly SPIRIN** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Vinnytsia National Agrarian University (Ukraine)

**Oleg TSURKAN** – Doctor of Technical Sciences, Full Professor, Vinnytsia National Agrarian University (Ukraine)

**Valerii HRANIAK** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Vinnytsia National Agrarian University (Ukraine)

**Olena SOLONA** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Vinnytsia National Agrarian University (Ukraine)

**Vitalii YAROPUD** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Vinnytsia National Agrarian University (Ukraine)

**Igor TVERDOKHLIB** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Vinnytsia National Agrarian University (Ukraine)

**Volodymyr BULGAKOV** – Doctor of Technical Sciences, Full Professor, Acad. NAAS, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Ukraine)

**Rostislav ISKOVICH-LOTOTSKY** – Doctor of Technical Sciences, Full Professor, Vinnytsia National Technical University (Ukraine)

**Igor KUPCHUK** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Vinnytsia National Agrarian University (Ukraine)

**Yaroslav IVANCHUK** – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Vinnytsia National Technical University (Ukraine)

Foreign members of the editorial board

**Jordan Todorov MAXIMOV** – Doctor of Technical Sciences, Full Professor, Technical University of Gabrovo (Bulgaria)

**Audrius ŽUNDA** – Ph.D., Associate Professor, Vytautas Magnus University (Kaunas, Lithuania)

editor-in-chief – **Yurii POLIEVODA**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
literary editor of Ukrainian and foreign languages – **Natalia POGRANICHNA**

Address of the editorial office: 21008, Vinnytsia, str. Sonyakna 3, Vinnytsia National Agrarian University, tel. (0432)46-00-03

The magazine's website: <http://tetapk.vsau.org/>

E-mail address: [pophv@ukr.net](mailto:pophv@ukr.net)



## ЗМІСТ

<b>I. ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА. МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ</b>	
<i>АЛІЄВ Ельчин Бахтияр огли, БЕЗВЕРХНІЙ Петро Євгенович, ДУДІН Володимир Юрійович, АЛІЄВА Ольга Юрійівна</i>	
<b>РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ УДОСКОНАЛЕНОЮ СИСТЕМОЮ ПОДАЧІ НАСІННЯ ПНЕВМАТИЧНОЇ СІВАЛКИ ТОЧНОГО ВИСІВУ.....</b>	<b>7</b>
<i>БАБІН Ігор Анатолійович</i>	
<b>ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТЕНДУ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПРОМИВАННЯ ДОЇЛЬНОЇ УСТАНОВКИ З ПОВІТРЯНИМИ ІНЖЕКТОРАМИ ТА ФОТОДАТЧИКОМ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ.....</b>	<b>16</b>
<i>ГРИЦУН Анатолій Васильович, ЗОЗУЛЯК Ігор Анатолійович, БОРИС Микола Михайлович, МАРТИНЮК Андрій Віталійович</i>	
<b>ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ МАШИННОГО ДОЇННЯ КОРІВ АПАРАТОМ З ДОЇЛЬНОЮ ГУМОЮ ПЕРЕМІННОГО ПЕРЕРІЗУ.....</b>	<b>28</b>
<i>КОЗАЧЕНКО Олексій Васильович, АЛІЄВ Ельчин Бахтияр огли, ПІХ Євгеній Олексійович</i>	
<b>ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОПЕРЕДНЬОЇ СЕПАРАЦІЇ НАСІННЄВОЇ СУМІШІ НА ГВИНТОВОМУ ЖИВИЛЬНИКУ ВІБРОФРИКЦІЙНОГО СЕПАРАТОРА.....</b>	<b>36</b>
<i>КУДРЯВЦЕВ Ігор Миколайович</i>	
<b>ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СЕПАРАЦІЇ ВІДХОДІВ НАСІННЄВОЇ СУМІШІ СОНЯШНИКУ В ПНЕВМОСЕПАРУЮЧОМУ КАНАЛІ АЕРОДИНАМІЧНОГО СЕПАРАТОРА...</b>	<b>47</b>
<i>ПАЛАДІЙЧУК Юрій Богданович, ГОРОВИЙ Артур Володимирович</i>	
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМ І ПРИЗНАЧЕННЯ МАКРОРЕЛЬЄФІВ НА РОБОЧИХ ПОВЕРХНЯХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ДЕТАЛЕЙ.....</b>	<b>56</b>
<i>ТРОХАНЯК Олександра Миколаївна, ЯРОПУД Віталій Миколайович</i>	
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ГНУЧКОГО ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ ПОШКОДЖЕНОГО ВІЙСЬКОВИМИ ДІЯМИ ШАРУ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....</b>	<b>66</b>
<i>ШТУЦЬ Андрій Анатолійович</i>	
<b>ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ПОБУДУВИ КРИВИХ ГРАНИЧНИХ ДЕФОРМАЦІЇ ДЛЯ ПРОЦЕСІВ ШТАМПУВАННЯ ОБКОЧУВАННЯМ.....</b>	<b>75</b>
<i>ЯРОПУД Віталій Миколайович</i>	
<b>ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НАГРІВУ ПОТОКУ ПОВІТРЯ У ВЕРТИКАЛЬНОМУ ГРУНТОВОМУ ТЕПЛОБМІННИКУ.....</b>	<b>83</b>
<b>II. АГРОІНЖЕНЕРІЯ</b>	
<i>КРАВЕЦЬ Світлана Миколаївна, ТОКАРЧУК Олексій Анатолійович</i>	
<b>ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ АГРОІНЖЕНЕРІЯ.....</b>	<b>91</b>
<i>РЯБОШАПКА Вадим Борисович, МЕЛЬНИК Віталій Олегович</i>	
<b>ПРИЧИНИ ЗНОШУВАННЯ ПЛУНЖЕРНИХ ПАР ТА ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ДОВГОВІЧНОСТІ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ БІОПАЛИВА.....</b>	<b>99</b>
<i>ТВЕРДОХЛІБ Ігор Вікторович, ПОЛЄВОДА Юрій Алікович, СЛОБОДЯНЮК Віктор Володимирович, ПАВЛЕНКО Владислав Костянтинівич</i>	
<b>КОНСТРУКЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ ТА РЕЖИМИ РОБОТИ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ЗЕЛЕНОЇ МАСИ ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСООЩАДНОГО ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ТВАРИНИЦТВА.....</b>	<b>105</b>
<i>ХОЛОДЮК Олександр Володимирович, КАВУНОВ Владислав Віталійович, ХРИЩЕНЮК Владислав Валерійович</i>	
<b>РОЗРОБКА СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ВИЯВЛЕННЯ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРИСТРОЇВ ТА ЗАБРУДНЕНЬ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДДЯХ.....</b>	<b>111</b>
<b>III. ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА</b>	
<i>ГРАНЯК Валерій Федорович, КУПЧУК Ігор Миколайович, ЗЛОТНІЦЬКИЙ В'ячеслав Миколайович, САФТЮК Ярослав Владиславович</i>	
<b>ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА НА ФОРМУВАННЯ ТРИФАЗНОЇ СИСТЕМИ СТРУМУ СТАТОРА.....</b>	<b>124</b>
<i>ЧУМАК Вадим Володимирович, ДУХНО Роман Павлович, СТУЛІШЕНКО Андрій Сергійович, СВЯТНЕНКО Вадим Анатолійович</i>	
<b>ВИСОКОЧАСТОТНІ ПРОЦЕСИ В ОБМОТКАХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН ЗАГАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ПРИ НАЯВНОСТІ ДЕФЕКТІВ КОРПУСНОЇ ІЗОЛЯЦІЇ..</b>	<b>130</b>



## CONTENTS

## I. APPLIED MECHANICS. MATERIALS SCIENCE. INDUSTRY MACHINERY BUILDING

*Elchyn ALIIEV, Petro BEZVERKHNIY, Volodymyr DUDIN, Olha ALIIEVA***RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES ON THE IMPROVED SEED DELIVERY SYSTEM OF A PNEUMATIC PRECISION SEEDER..... 7***Ihor BABYN***EXPERIMENTAL STUDIES OF THE STAND OF THE AUTOMATED MILKING UNIT WASHING SYSTEM WITH AIR INJECTORS AND A PHOTO SENSOR FOR DETERMINING THE CONTAMINATION LEVEL..... 16***Anatolii HRYTSUN, Igor ZOZULYAK, Mykola BORYS, Andrii MARTYNYUK***THEORETICAL STUDIES OF THE PROCESS OF MACHINE MILKING OF COWS WITH AN APPARATUS WITH MILKING RUBBER VARIABLE THICKNESS..... 28***Oleksii KOZACHENKO, Elchyn ALIIEV, Yevhenii PIKH***NUMERICAL SIMULATION OF THE PROCESS OF PRELIMINARY SEPARATION OF THE SEED MIXTURE ON THE SCREW FEEDER OF THE VIBRO-FRICTION SEPARATOR..... 36***Ihor KUDRIAVTSEV***NUMERICAL SIMULATION OF THE WASTE SEPARATION PROCESS OF SUNFLOWER SEED MIXTURE IN THE PNEUMATIC SEPARATING CHANNEL OF THE AERODYNAMIC SEPARATOR..... 47***Yuriy PALADIYCHUK, Artur HOROVYI***STUDY OF THE FORMS AND PURPOSE OF MACRO-RELIEF ON THE WORKING SURFACES OF CYLINDRICAL PARTS..... 56***Oleksandra TROKHANIAK, Vitalii YAROPUD***RESEARCH OF A FLEXIBLE SCREW CONVEYOR FOR DISPOSAL OF AGRICULTURAL LAND DAMAGED BY MILITARY ACTIONS..... 66***Andrii SHTUTS***IMPROVEMENT OF THE METHOD OF CONSTRUCTING LIMIT DEFORMATION CURVES FOR ROLL STAMPING PROCESSES..... 75***Vitalii YAROPUD***EXPERIMENTAL STUDIES OF THE AIR FLOW HEATING PROCESS IN A VERTICAL SOIL HEAT EXCHANGER..... 83**

## II. AGROENGINEERING

*Svitlana KRAVETS, Oleksii TOKARCHUK***INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF AGRO ENGINEERING STUDENTS..... 91***Vadym RYABOSHAPKA, Vitalii MELNYK***REASONS FOR WEAR OF PLUNGER PAIRS AND INCREASING THEIR DURABILITY DUE TO THE USE OF BIOFUEL..... 99***Igor TVERDOKHLIB, Yurii POLIEVODA, Viktor SLOBODYANYUK, Vladyslav PAVLENKO***CONSTRUCTION AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE PROCESS OF REDUCING GREEN MASS OF ENERGY- AND RESOURCE-SAVING PRODUCTION OF LIVESTOCK PRODUCTS..... 105***Oleksandr KHOLODIUK, Vladyslav KAVUNOV, Vladyslav KHRYSHCHENIUK***DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR REMOTE DETECTION OF EXPLOSIVE DEVICES AND POLLUTION ON AGRICULTURAL LANDS..... 111**

## III. ELECTRICAL ENERGY, ELECTRICAL ENGINEERING AND ELECTROMECHANICS

*Valerii HRANIAK, Ihor KUPCHUK, Viacheslav ZLOTNITSKYI, Yaroslav SAFTYUK***FEATURES OF THE INFLUENCE OF THE TECHNICAL PARAMETERS OF ASYNCHRONOUS MOTOR ON THE FORMATION OF IT'S THREE-PHASE STATOR CURRENT SYSTEM..... 124***Vadym CHUMAK, Roman DUKHNO, Andriy STULISHENKO, Vadym SVYATNENKO***HIGH-FREQUENCY PROCESSES IN THE WINDINGS OF GENERAL-PURPOSE ELECTRICAL MACHINES IN THE PRESENCE OF DEFECTS IN THE GROUND-WALL INSULATION..... 130**