

ISSN 2307-5732  
DOI 10.31891/2307-5732

**Науковий журнал**

---



# **ВІСНИК**

**Хмельницького національного  
університету**

---

***Технічні науки***

---

ISSN 2307-5732

DOI 10.31891/2307-5732

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

**2.2021**

---

# ВІСНИК

**Хмельницького**

**національного**

**університету**

**Технічні науки**

---

**Technical sciences**

SCIENTIFIC JOURNAL

HERALD OF KHMELNYTSKYI NATIONAL UNIVERSITY

2021, Issue 2, Volume 295

Хмельницький

**ВІСНИК  
ХМЕЛЬНИЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
серія: Технічні науки**

Затверджений як фахове видання категорії «Б»,  
РІШЕННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ № 1643 ВІД 28.12.2019 та №409 від 17.03.2020

*Засновано в липні 1997 р.*

*Виходить 6 разів на рік*

---

**Хмельницький, 2021, № 2(295)**

---

**Засновник і видавець: Хмельницький національний університет  
(до 2005 р. – Технологічний університет Поділля, м. Хмельницький)**

Включено до науково-метричних баз:

<b>Google Scholar</b>	<a href="http://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&amp;user=aIUP9OYAAAAAJ">http://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&amp;user=aIUP9OYAAAAAJ</a>
<b>Index Copernicus</b>	<a href="http://jml2012.indexcopernicus.com/passport.php?id=4538&amp;id_lang=3">http://jml2012.indexcopernicus.com/passport.php?id=4538&amp;id_lang=3</a>
<b>Polish Scholarly Bibliography</b>	<a href="https://pbn.nauka.gov.pl/journals/46221">https://pbn.nauka.gov.pl/journals/46221</a>
<b>CrossRef</b>	<a href="http://doi.org/10.31891/2307-5732">http://doi.org/10.31891/2307-5732</a>

<b>Головний редактор</b>	<b>Скиба М. Є.</b> , д.т.н., професор, заслужений працівник народної освіти України, член-кореспондент Національної академії педагогічних наук України, ректор Хмельницького національного університету
<b>Заступник головного редактора</b>	<b>Синюк О. М.</b> , д.т.н., професор кафедри машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем Хмельницького національного університету
<b>Відповідальний секретар</b>	<b>Горященко С. Л.</b> , к.т.н., доцент кафедри машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем Хмельницького національного університету

**Ч л е н и р е д к о л е г і ї**


*Технічні науки*

**Березненко С.М.**, д.т.н., **Бойко Ю.М.**, д.т.н., **Говорущенко Т.О.**, д.т.н., **Гордєєв А.І.**, д.т.н., **Грабко В.В.**, д.т.н., **Диха О.В.**, д.т.н., **Защепкіна Н.М.**, д.т.н., **Захаркевич О.В.**, д.т.н., **Злотенко Б.М.**, д.т.н., **Зубков А.М.**, д.т.н., **Каплун П.В.**, д.т.н., **Карташов В.М.**, д.т.н., **Кичак В.М.**, д.т.н., **Любош Хес**, д.т.н., (Чехія), **Мазур М.П.**, д.т.н., **Мандзюк І.А.**, д.т.н., **Мартинюк В.В.**, д.т.н., **Мельничук П.П.**, д.т.н., **Місяць В.П.**, д.т.н., **Мясіщев О.А.**, д.т.н., **Нелін Є.А.**, д.т.н., **Павлов С.В.**, д.т.н., **Параска О.А.**, к.т.н., **Рогатинський Р.М.**, д.т.н., **Горошко А.В.**, д.т.н., **Сарібекова Д.Г.**, д.т.н., **Семенко А.І.**, д.т.н., **Славінська А.Л.**, д.т.н., **Харжевський В.О.**, д.т.н., **Шинкарук О.М.**, д.т.н., **Шклярський В.І.**, д.т.н., **Щербань Ю.Ю.**, д.т.н., **Ясній П.В.**, д.т.н., професор, **Бубуліс Альгімантас**, доктор наук (Литва), **Елсаєд Ахмед Ельнашар**, доктор наук (Єгипет), **Кальчинські Томаш**, доктор наук (Польща), **Коробко Євгенія Вікторівна**, д.т.н. (Білорусія), **Лунтовський Андрій Олегович**, д.т.н. (Німеччина), **Любош Хес**, доктор наук (Польща), **Матушевський Мацей**, доктор наук (Польща), **Мушлевський Лукаш**, доктор наук (Польща), **Мушял Януш**, доктор наук (Польща), **Натріашвілі Тамаз Мамієвич**, д.т.н., (Грузія), **Попов Валентин**, доктор природничих наук (Німеччина)

<i>Технічний редактор</i>	Горященко К. Л., к.т.н.
<i>Редактор-коректор</i>	Броженко В. О.

**Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Хмельницького національного університету,  
протокол № 17 від 27.05.2021 р.**

**Адреса редакції:** редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету"  
Хмельницький національний університет  
вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, Україна, 29016

	(038-2) 67-51-08	<b>web:</b>	<a href="http://journals.khnu.km.ua/vestnik">http://journals.khnu.km.ua/vestnik</a>
<b>e-mail:</b>	<a href="mailto:visnyk.khnu@khmnu.edu.ua">visnyk.khnu@khmnu.edu.ua</a>		<a href="http://lib.khnu.km.ua/visnyk_tup.htm">http://lib.khnu.km.ua/visnyk_tup.htm</a>
	<a href="mailto:visnyk.khnu@gmail.com">visnyk.khnu@gmail.com</a>		

Зареєстровано Міністерством України у справах преси та інформації.  
Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації  
Серія КВ № 9722 від 29 березня 2005 року

© Хмельницький національний університет, 2021  
© Редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету", 2021

## ЗМІСТ

## ЕКОЛОГІЯ

<b>Г.Д. КОБИЩАН, Ю.О. БАСОВА, Л.М. ГУБА, А.С. ТКАЧЕНКО</b> ОСОБЛИВОСТІ ЕКОЛОГІЧНОЇ СТАНДАРТИЗАЦІЇ Й СЕРТИФІКАЦІЇ МИЙНИХ ЗАСОБІВ .....	7
<b>Ю.С. СОКОЛАН, Л.В. КУЧЕРЕНКО</b> АНАЛІЗ ДОСВІДУ ПЛАНУВАННЯ СИСТЕМИ БЛАГОУСТРОЮ ЖИТЛОВИХ ТЕРИТОРІЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ .....	17
<b>РОМАН КАМІНСЬКИЙ, НАТАЛІЯ ШАХОВСЬКА, БОГДАН ХУДОБА</b> ФРАКТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ТЕКСТІВ РІЗНИХ СТИЛІВ, ПОДАНИХ ЦІЛОЧИСЕЛЬНИМИ ЕКВІДИСТАНТНИМИ ПОСЛІДОВНОСТЯМИ КІЛЬКОСТІ ЛІТЕР У СЛОВАХ .....	26

КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ,  
СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА КІБЕРБЕЗПЕКА

<b>І.З. МАНУЛЯК, С.І. МЕЛЬНИЧУК, С.П. ВАЩИШАК, С.М. РУДАК</b> РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДУ КОВЗНОЇ МЕДІАНИ НА ПЛІС ДЛЯ ПОПЕРЕДНЬОГО ОПРАЦЮВАННЯ СИГНАЛІВ СЕНСОРІВ .....	35
<b>Д.В. СТАЦЕНКО, Б.М. ЗЛОТЕНКО, С.Г. НАТРОШВІЛІ, Т.І. КУЛІК, С.А. ДЕМШОНКОВА</b> КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ ПРИМІЩЕНЬ .....	40
<b>Т.В. СІЧКО</b> МЕТОД РАНЖУВАННЯ НА ІНФОРМАЦІЙНО-ДОВІДКОВИХ САЙТАХ .....	45
<b>О.В. БАРМАК, П.М. РАДЮК</b> ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВІЗУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ РЕНГЕНІВСЬКИХ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ПНЕВМОНІЇ .....	52
<b>С.Т. БАРАСЬ, Л.В. КРУПЕЛЬНИЦЬКИЙ, О.В. ОНИЩУК</b> ВИМІРЮВАННЯ ОПОРНОЇ ЧАСТОТИ ВУЗЬКОСМУГОВОГО РАДІОСИГНАЛУ ОБМЕЖЕНОЇ ТРИВАЛОСТІ .....	56
<b>В.С. ЯКОВИНА, Б.В. УГРИНОВСЬКИЙ</b> ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМНИХ ПРОЦЕСІВ ТА КОРИСТУВАЦЬКИХ ДОДАТКІВ ОПЕРАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ANDROID В КОНТЕКСТІ ЯВИЩА СТАРІННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ .....	64
<b>І.А. КОТОВ</b> АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОТИАВАРІЙНОГО КЕРУВАННЯ ЕНЕРГОСИСТЕМОЮ НА ОСНОВІ ЛОГІКО-ІМОВІРНІСНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ПРОДУКЦІЙНИМИ МЕРЕЖАМИ ПЕТРІ .....	71
<b>В.Г. КРАСИЛЕНКО, Н.П. ЮРЧУК, Д.В. НІКІТОВИЧ</b> ЗАСТОСУВАННЯ ІЗОМОРФНИХ МАТРИЧНИХ ПРЕДСТАВЛЕНЬ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОТОКОЛУ УЗГОДЖЕННЯ СЕКРЕТНИХ КЛЮЧІВ-ПЕРЕСТАНОВОК ЗНАЧНОЇ РОЗМІРНОСТІ ...	78
<b>П.Г. РЕГІДА, І.А. КОМІСАРОВ</b> ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБУ ПЛАНУВАННЯ ОБЧИСЛЕНЬ НА ОСНОВІ АЛГОРИТМУ БУЛЬБАШКОВОГО РОЗПОДІЛУ В РІЗНИХ ТОПОЛОГІЯХ .....	89
<b>К.Р. СЕНІВА</b> СПОСОБИ ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ТА МАШИННОГО НАВЧАННЯ В КОМП'ЮТЕРНИХ ІГРАХ .....	97
<b>Ю.П. КРИВЕНЧУК, О.І. ГРИЦИК</b> ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИБОРУ МАЙБУТНЬОЇ ПРОФЕСІЇ .....	101

<b>Ю. П. КРИВЕНЧУК, С.В. ГЕЛЕТІЙ</b> КОНЦЕПЦІЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ТЕКСТУ В БІТОВУ КАРТУ З ВИКОРИСТАННЯМ БУДЬ-ЯКОГО ШРИФТУ .....	105
--	-----

<b>Т.В. РОМАНЕНКО, Н.Г. РУСІНА</b> ВИКОРИСТАННЯ ВІЗУАЛЬНОЇ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ .....	109
--	-----

### МАШИНОБУДУВАННЯ, МЕХАНІКА ТА МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

<b>М.Г. ЗАЛЮБОВСЬКИЙ, І.В. ПАНАСЮК</b> ВИЗНАЧЕННЯ СТАТИЧНОГО МОМЕНТУ ОПОРУ ВЕДУЧОГО ВАЛУ ГАЛТУВАЛЬНОЇ МАШИНИ, СТВОРЕНОГО МАСОЮ СИПКОГО СЕРЕДОВИЩА У РОБОЧІЙ ЄМКОСТІ .....	116
--	-----

<b>О.О. ЯЛИНА</b> ДІАГНОСТИКА І ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ .....	123
--	-----

<b>В.Ю. ЯНІШЕВСЬКИЙ</b> УНІВЕРСАЛЬНИЙ ГІДРАВЛІЧНИЙ ПРИВІД ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ .....	127
--	-----

<b>М. І. СТАДНІК, А. А. ВИДМИШ, С. А. ШАРГОРОДСЬКИЙ, В. С. РУТКЕВИЧ</b> САМООЧИСНИЙ ФІЛЬТР ДЛЯ ЗАМКНУТИХ ГІДРОСИСТЕМ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ .....	130
---	-----

### ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕНЕРГЕТИКА

<b>М.С. СКИБА, О.В. МІСЯЦЬ, А.О. ПОЛЩУК, В.П. МІСЯЦЬ, М.М. РУБАНКА</b> СИСТЕМА АДАПТИВНОГО ЧАСТОТНОГО КЕРУВАННЯ ШВИДКІСТЮ ОБЕРТАННЯ АСИНХРОННОГО ТРИФАЗНОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА ПРИВОДУ РОТОРНОЇ ДРОБАРКИ .....	139
---	-----

<b>О.М. БЕЗВЕСІЛЬНА, Ю.В. КИРИЧУК, Н.М. НАЗАРЕНКО, А.Г. ТКАЧУК</b> АВТОМАТИЗОВАНИЙ ДВОКАНАЛЬНИЙ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИЙ ГРАВИМЕТР АГС .....	147
---	-----

<b>Г.І. БАРИЛО, І.І. ГЕЛЬЖИНСЬКИЙ, Р.Л. ГОЛЯКА, Т.А. МАРУСЕНКОВА, М.О. ХІЛЬЧУК</b> ВБУДОВАНА СИСТЕМА КОНВЕРТЕРА НАПРУГИ ЖИВЛЕННЯ ОРГАНІЧНИХ СВІТЛОДІОДІВ .....	151
---	-----

<b>О.В. ОСАДЧУК, В.С. ОСАДЧУК, Я.О. ОСАДЧУК</b> ДОСЛІДЖЕННЯ СЕНСОРА ТЕМПЕРАТУРИ З ЧАСТОТНИМ ВИХОДОМ НА ОСНОВІ КВАНТОВОЇ ГЕТЕРОСТРУКТУРИ З ВІД'ЄМНИМ ДИФЕРЕНЦІЙНИМ ОПОРОМ .....	156
---	-----

<b>О.Ю. КІМСТАЧ, І.М. ІЛЛЯШЕНКО, А.О. ЖЕЖЕЛО</b> МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТРИФАЗНОГО ТРАНСФОРМАТОРА З УРАХУВАННЯМ АСИМЕТРІЇ МАГНІТОПРОВОДУ .....	165
--	-----

<b>О.М. БЕЗВЕСІЛЬНА, М.В. ІЛЬЧЕНКО, С.С. КОТЛЯР</b> КЛАСИФІКАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ ПРИЛАДОВИХ КОМПЛЕКСІВ СТАБІЛІЗАЦІЇ .....	172
--	-----

<b>О.Я. ВОЛОШАНЮК, О.В. НЕЧИПОРЕНКО</b> ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕДУКЦІЙНО-ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ УСТАНОВОК ПРАЦЮЮЧИХ НА БАЗІ РІЗНИХ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ .....	176
--	-----

### АВТОМАТИЗАЦІЯ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ ТА РАДІОТЕХНІКА

<b>М.В. ВАСИЛЬЄВ, А.І. БРУНЕТКІН</b> НАЛАШТУВАННЯ НЕЧІТКОГО АДАПТИВНОГО РЕГУЛЯТОРА КОМПРЕСОРНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ЗРІДЖЕННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ .....	187
--	-----

**Ю.П. ЗАСПА**

НЕЛІНІЙНА КОНТАКТНА ДИНАМІКА ТА АНТИСИМЕТРИЯ КОРПУСКУЛЯРНО-ВИХОР-ХВИЛЬОВИХ ФОРМ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ТА ГРАВІТАЦІЙНОГО ПОЛІВ У ФОНОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ КОМПЛЕКСНОГО ЕВКЛІДОВОГО ПРОСТОРУ. СПЕКТРИ ХІТОННОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ..... 193

**В.І. ЛУЖАНСЬКИЙ, Л.В.КАРПОВА, А.І. ПОВХ**

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ СИГНАЛУ НА ВХОДІ ПРИЙМАЧА МОБІЛЬНОЇ СТАНЦІЇ ПРИ РІЗНИХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ БАЗОВИХ СТАНЦІЙ В УМОВАХ ЗАБУДОВИ МІСТА ..... 206

**А.Е. RUBANENKO, О.О. RUBANENKO, І.А. HUNKO, V.V. GASYCH**

DETERMINATION OF RESIDUAL RESOURCE OF MEASURING CURRENT TRANSFORMERS USING FUZZY SIMULATION ..... 214

**О.О. РУБАНЕНКО, І.О. ГУНЬКО, В.В. ГАСИЧ, Д.О. ГРЕСЬКОВ, В.А. ПРЯДКО**

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ КОМПЕНСАЦІЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ НЕГАРАНТОВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ..... 220

**ТЕХНОЛОГІЇ ХІМІЧНОЇ, ХАРЧОВОЇ ТА ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ****І.О. ЗАСОРНОВА, О.С. ЗАСОРНОВ, Г.А. РПКА**

РОЗРОБКА КЛАСИФІКАТОРУ ЗАСТОСУВАННЯ QR-КОДІВ В ЛЕГКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ ..... 226

**І.Т. СОЛТИК**

ПРИНЦИПИ ВИГОТОВЛЕННЯ ВКЛАДНИХ УСТІЛОК ІЗ ПІДГРОМ ДЛЯ УТЕПЛЕНОГО ВЗУТТЯ .. 234

**А.В. АНТОНЕНКО, Т.В. БРОВЕНКО, О.В. ВАСИЛЕНКО,**

**Ю.В. ЗЕМЛІНА, Г.А. ТОЛОК, І.М. ГРИЩЕНКО**  
ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ У ТЕХНОЛОГІЇ ХОЛОДНИХ ЗАКУСОК ..... 239

**О.О. КОРОТИЧ, В.С. НЕЙМАК, А.М. ЗАЛІЗЕЦЬКИЙ, Н.М. ЗАЩЕПКИНА**

РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ ВІТРИНИ З АВТОМАТИЗОВАНОЮ СИСТЕМОЮ КЕРУВАННЯ ..... 245

**А.Л. СЛАВІНСЬКА, В.В. МИЦА**

ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ АСПЕКТ ГРУПУВАННЯ УНІФІКОВАНИХ ФОРМ РОБОЧОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ НА МОДЕЛЬ ВИРОБНИЧОГО ОДЯГУ ..... 254

**О.Г. СОКОЛОВСЬКА, Л.О. ВАЛЕВСЬКА**

ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНА КІНОА – ВАЖЛИВИЙ ЕТАП ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ..... 259

**О.Л. ТКАЧУК**

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДВАРЮВАННЯ КОТОНІНОВМІСНОЇ ТКАНИНИ ..... 264

**В.Ю. ЩЕРБАНЬ, А.К. ПЕТКО, О.З. КОЛИСКО, Ю.Ю. ЩЕРБАНЬ, Л.Є. ГАЛАВСЬКА**

ПРОГРАМНІ МОДУЛІ ТА ПРОЦЕДУРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ НАТЯГУ КЕВЛАРОВОЇ НИТКИ ПРИ В'ЯЗАННІ З ВИКОРИСТАННЯМ АЛГОРИТМУ РЕКУРСІЇ ..... 271

**МАШИНОБУДУВАННЯ, МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО  
ТА ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ****Б.С. БРАЦЛАВЕЦЬ**

РОЗРОБКА МЕТОДУ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЗАГАРТОВАНИХ ГІЛЗ ЦИЛІНДРІВ АВТОТРАКТОРНОЇ ТЕХНІКИ ..... 275

---

<b>В.І. БРЕДУН</b> АНАЛІЗ РЕГІОНАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ЯК ЕЛЕМЕНТУ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ .....	278
--	-----

### МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

<b>О. В. ОСАДЧУК, Л. В. КРИЛИК, Я. О. ОСАДЧУК, О. С. ЗВЯГІН</b> МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИСТРОЮ З ЧАСТОТНИМ ВИХОДОМ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ .....	282
--	-----

<b>В. В. ЯЦЕНКО, К. Г. ГРИЦЕНКО, В. В. КОЙБІЧУК, А. В. ШТЕФАН</b> НЕЙРОМЕРЕЖЕВЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ АКТУАЛІЗАЦІЇ КІБЕРСПОРТИВНОЇ ІНДУСТРІЇ НА СВІТОВОМУ РІВНІ.....	289
---	-----

## ДІАГНОСТИКА І ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

*У статті розглянуті питання поточного стану системи технічного та технологічного обслуговування і ремонту сільськогосподарських машин, показаний аналіз існуючої системи і її вплив на економічну ефективність виробництва в агропромисловому комплексі.*

**Ключові слова:** сільськогосподарські машини, діагностика, технологічне обслуговування.

### DIAGNOSTICS AND TECHNOLOGICAL MAINTENANCE OF AGRICULTURAL MACHINES USED IN AGRICULTURAL COMPLEX

*The article considers the current state of the system of maintenance and repair of agricultural machinery, shows the analysis of the existing system and its impact on the economic efficiency of production in the agro-industrial complex.*

*The current state of instrumentation, electronics and computer technology can significantly increase and expand the possibilities of both diagnosing and forecasting based on it. The combination of these capabilities with the progress of agricultural machinery ensures its reliable, highly productive and economical operation. It is established that of great importance in the production of crop and livestock products is the qualified use of agricultural machinery, including its diagnosis, maintenance and technological maintenance and repair. The quantity and quality of the received production, its competitiveness, labor costs, fuel consumption and degree of influence on environment depend on quality and timeliness of carrying out service - diagnostics at technical and technological service. Improving the use of agricultural machinery and reducing the cost of its operation provides the use of technical diagnostics of machines as an information basis for the management of maintenance and repair processes. The practice of using diagnostic tools indicates the possibility of reducing operating costs. This is achieved by increasing the actual resource used, reducing the number of repairs and saving spare parts. To effectively apply existing diagnostics and development of new, engineering and technical workers of agricultural enterprises must have knowledge that reveals the fundamental side of the diagnosis. Measures of preventive influences which provide maintenance of necessary indicators of reliability and working capacity of cars during time of use are executed on a scientific basis, practical use and research of processes of wear and other deviations of details are developed.*

*Key words:* agricultural machines, diagnostics, technological service.

#### Вступ

У підвищенні ефективності використання сільськогосподарської техніки велике значення має вдосконалення планування і управління її технічним обслуговуванням та ремонтом на базі сучасних технічних засобів.

Впровадження інноваційних технологій виробництва продукції рослинництва і тваринництва потребує вдосконалення сервісу використовуваної при цьому сільськогосподарської техніки. Велике значення при виробництві продукції рослинництва і тваринництва має кваліфіковане використання сільськогосподарської техніки, в тому числі її діагностика, технічне і технологічне обслуговування та ремонт. Від якості та своєчасності проведення сервісу - діагностики при технічному і технологічному обслуговуванні – залежать кількість і якість одержуваної продукції, її конкурентоспроможність, витрати праці, витрата палива і ступінь впливу на навколишнє середовище. Поліпшення використання сільськогосподарської техніки і зниження витрат на її експлуатацію забезпечує застосування технічного діагностування машин як інформаційної основи системи управління процесами технічного обслуговування і ремонту. Практика використання засобів діагностування свідчить про можливість скорочення експлуатаційних витрат. Це досягається за рахунок збільшення фактично використовуваного ресурсу, скорочення числа ремонтів і економії витрати запасних частин [1, 2].

Як відомо, найбільш важливим показником надійності є відсутність відмов під час функціонування (роботи) технічної системи. Технічна діагностика завдяки ранньому виявленню дефектів і несправностей дозволяє усунути подібні відмови в процесі технічного обслуговування, що підвищує надійність і ефективність експлуатації.

Сучасний стан приладобудування, електроніки і обчислювальної техніки дозволяє значно збільшити та розширити можливості як самого діагностування, так і прогнозування на його основі. Поєднання цих можливостей з прогресом сільськогосподарської техніки забезпечує її надійну високопродуктивну і економічну роботу.

Для того щоб ефективно застосовувати існуючу діагностичну техніку і освоювати нову, інженерно-технічні працівники сільськогосподарських підприємств повинні володіти знаннями, що розкривають принципіву сторону діагностування.

#### Мета і задачі роботи

До зниження якості польових робіт і продуктивності агрегатів призводить не тільки використання



ще не настроєних машин, але і робота їх з несправними робочими органами та механізмами. Так, наприклад, при затупленні робочих органів плуга, культиваторів та культиваторів-плоскорізів витрата палива через підвищення їх тягового опору збільшується на 15...20%. При куті заточування лап культиваторів  $+25...+30^\circ$  замість  $10^\circ$ , збільшується нерівномірність обробки ґрунту по глибині, тим самим недостатньо підрізають бур'яни, що призводить до погектарної перевитрати палива на 5...8% і більше на одиницю продукції. Встановлено, що зниження тиску в шинах ведучих коліс трактора МТЗ-80 при посіві зернових культур з 0,13 до 0,09 МПа дозволило знизити буксування в середньому з 20 до 14% і погектарну витрату палива на 7%, при цьому також зменшилася глибина колії, а отже і ущільнення ґрунту [3]. Низька якість оранки призводить до зниження продуктивності зернозбиральних комбайнів на 40%, збільшення втрат зерна в 2...3 рази і перевитрати палива на 30%. При роботі справних і правильно налаштованих машин за допомогою пристосувань, регулювальних і діагностичних майданчиків продуктивність підвищується до 12%, витрата палива знижується до 8%.

Перевірки, регулюванню, діагностиці та налаштуванню на задані режими роботи повинні піддаватися всі сільськогосподарські машини – нові, відремонтовані і справні без ремонту. Основними документами, що регламентують проведення перевірки, регулювання і налаштування сільськогосподарських машин та знарядь є «Інструкції по експлуатації заводів-виробників, ГОСТ 20793-86, технічні умови на окремі машини». При цьому критерієм оцінки якості діагностики, регулювання і настройки сільськогосподарських машин є дотримання агротехнічних вимог, виконуваних технологічних процесів.

Розробка заходів профілактичних впливів, які забезпечують підтримку необхідних показників надійності і працездатності машин протягом часу використання виконана на науковій основі, практичного використання та дослідження процесів зношування та інших відхилень деталей (вигин, відрив зварювання і так далі) та відхилень від нормального стану, виявлення закономірностей зміни вихідних техніко-економічних показників машин в цілому по мірі їх використання.

Визначення закономірностей зносу прецизійних пар тертя ведеться в основному за законом класичної кривої зносу. Разом з тим багато з'єднань мають інші характеристики процесу зносу, наприклад, поршень-циліндр, ущільнення – диск сівалки, лапа культиватора – ґрунт, молотильний барабан – дека, ніж – протирижучі пластини в подрібнювачах кормів та інші зношуються з відхиленнями за значенням параметрів стану від прямої природного зносу (рисунок 1).

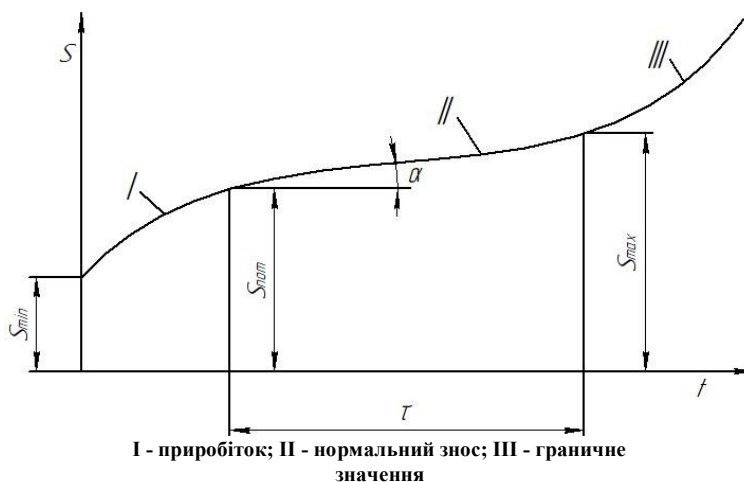


Рис. 1. Крива зносу прецизійних пар

Наприклад, головною причиною втрати працездатності ущільнень (сальників), є не форсований знос в кінці терміну служби, а втрата ущільнення пружних властивостей через перегрів еластичного матеріалу, що відбуваються при незадовільному змащуванні зони контакту ущільнення з валом. Різні типи ґрунтів, їх вологість, щільність і твердість по різному впливають на знос. Подрібнюючі апарати по різному зношуються при контакті з різними коренебульбоплодами, по кислотності, забрудненості, щільності та періодичності роботи.

Застосування при дослідженні зносу дискретних процесів для оцінки зношування складових частин машин, робочих органів, вузлів і механізмів, є однією з головних причин виникнення суперечностей і недостатньої гнучкості планово-попереджувальної системи, їх технічного та технологічного обслуговування і ремонту, які не реагують на інтенсивність процесів зносу стосовно до умов використання (наприклад, з'явилися нові матеріали: термопласти, гума, хімічні наноматеріали).

Система технічного та технологічного обслуговування і ремонту машин та агрегатів повинна враховувати стохастичність процесів зношування машин і передбачати скорочення числа операцій при обслуговуванні та ремонті, не допускаючи їх виконання, коли це не потрібно (за рахунок застосування технічної діагностики), забезпечувати зниження трудомісткості виконання операцій за рахунок їх механізації і застосування безрозбірних методів (видалення накипу і нагару, застосування ефективних очищувальних засобів). Тому технічний сервіс повинен передбачати режими (періоди) обслуговування в

залежності від характеру зміни стану елементів машин і виникнення у них потреб у технічному та технологічному обслуговуванні, технічній діагностиці та ремонті.

Технічний сервіс машин в АПК проводять дилерські пункти, фірмові станції технічного обслуговування, машинно-технологічні станції (МТС), спеціалізовані ремонтні підприємства, постачальницькі організації. При раціональній організації технічного сервісу, що включає всі види технічного і технологічного обслуговування з використанням діагностики та ремонту, на 8...12% скорочується час на технологічне і технічне обслуговування та ремонт, на 20...28% збільшується напрацювання на трактор і на 34...46% підвищується його продуктивність [4].

Діагностування – це визначення технічного стану машин, механізмів і їх вузлів, використовуваних при виробництві продукції рослинництва та тваринництва без розбирання. Метою діагностування при проведенні технічного і технологічного обслуговування є:

- визначення дійсної потреби в роботах з технічного і технологічного обслуговування та ремонту шляхом зіставлення фактичних значень параметрів з гранично допустимими;
- оцінка якості виконаних робіт з технічного і технологічного обслуговування агрегатів, вузлів та механізмів.

Метою діагностування при ремонті є:

- виявлення причин несправності або відмови в роботі агрегатів та вузлів машин, які використовуються в АПК;
- встановлення найбільш ефективного способу усунення несправностей (на місці виконання технологічних процесів, зі зняттям вузла або агрегату, з повним або частковим розбиранням);
- контроль якості виконаних робіт.

Технічне діагностування має великий вплив на інтенсивність використання техніки через коефіцієнт її готовності. Попередження відмов та оперативне їх усунення призводить до скорочення часу простоїв машин з технічних причин, збільшення їх продуктивності, підвищення якості виконання сільськогосподарських операцій, зниження термінів виконання робіт, шкідливого впливу на навколишнє середовище, сприяє отриманню додаткового прибутку сільськогосподарських товаровиробників.

В даний час, крім виконання традиційних робіт (технічне обслуговування, поточний та капітальний ремонт, зберігання машин) діагностування знаходить застосування при дозбиранні машин в процесі передпродажного обслуговування, сертифікації сервісних робіт, техогляді, оцінці вартості при придбанні та продажу старих машин і агрегатів, при технологічному обслуговуванні (регулювання і налаштування сільськогосподарських машин та агрегатів на задані режими роботи і визначення їх справності).

Технічне діагностування дозволяє повніше використовувати міжремонтний ресурс агрегатів, вузлів і машин, усунути необґрунтоване передчасне розбирання механізмів машин, що порушує умови роботи, і тим самим знизити швидкість зношування тертьових з'єднань, різко скоротити простої сільськогосподарських машин і агрегатів через технічні несправності шляхом прогнозування і попередження відмов, знизити трудомісткість технічного обслуговування і усунення наслідків відмов за рахунок скорочення обсягів ремонту виконаних робіт, підвищити потужність і економічність роботи агрегатів за рахунок своєчасного і якісного виконання регулювань, настроювань та інших профілактичних операцій.

При технічному діагностуванні розрізняють структурні (прямі) і функціональні (непрямі) параметри технічного стану машин. Структурні безпосередньо обумовлюють рівень їх технічного стану (значення зносу, розміри деталей, натяг в причезійних парах та інші), функціональні – побічно характеризують значення структурних параметрів машини (потужність двигуна, витрату палива і мастила, температуру, шум, вібрацію, ступінь герметичності та інші).

Уявлення про технічний стан машини визначають на основі інформації, отриманої за допомогою засобів: різних приладів, стендів та устаткування. До останньої інформації відноситься отримана візуально – нещільності, підтікання, зміщення, взаємні переміщення і вібрації деталей, тріщини видимих поверхонь, ослаблення кріплень і так далі; на слух – сприймаються виникаючі при роботі машини шуми, стуки (газорозподільчий механізм, підшипники колінчастого вала, ланцюгова та карданна передачі та інші; за запахом (нюхом) – тління або горіння в окремих зонах, випаровування або відхилення від норми в процесах горіння чи нагріву; на дотик – зони нагріву працюючої машини. Недолік інформації, отриманий перерахованими способами, є суб'єктивним, як правило в даному випадку несправність, виявляється на стадії розвитку передаварійного випадку.

В даний час розроблено і використовується при технічній діагностиці безліч приладів, пристроїв та обладнання [4]. Більшість розроблених засобів (понад 75 найменувань) використовується для діагностики трактора і автомобіля бензинового і дизельного двигуна: система живлення, кривошипно-шатунний механізм, механізм газорозподілу, система очищення і подачі повітря, система змащування, система охолодження, електрообладнання, трансмісія, гальмівна система, рульове управління, гідросистема, колеса і шини, а для машин, використовуваних у рослинництві і тваринництві – ремінні, ланцюгові і карданні передачі, зірочки, підшипники, вали, осі, пружини, варіатори, шнек, редуктори коробок передач, транспортери та транспортні елеватори, вентилятор і так далі – більше 40 найменувань.

#### **Висновок**

Для перевірки технічного стану машин, які використовуються в АПК розроблені: пристосування

для перевірки робочих органів зернових сівалок, розстановки сошників, виміру зусилля пружини, прокручування вала висівних апаратів, виміру вильоту катушок, перевірки розстановки лап причіпних і навісних культиваторів, динамометричні пристрій для перевірки запобіжних муфт, перевірки натягу ланцюгів і ременів, щуп універсальний. Крім того, для діагностики машин, використовуваних в АПК, можна застосовувати прилади, розроблені для автомобілів і тракторів для однойменних механізмів, вузлів і деталей.

### Література

1. Малаков О.І. Функціональне моделювання процесу технологічної підготовки виробництва для проєктів створення нової техніки / О.І. Малаков, Н.Р. Веселовська // Матеріали Міжнародної молодіжної науково-технічної конференції «Молода наука – роботизація і нано-технології сучасного машинобудування», 2019. – С. 19–23.
2. Капустин В.П. Технологическое обслуживание сельскохозяйственных машин и агрегатов как резерв повышения урожайности / В.П. Капустин // Матеріали 7-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Енергосберегающие технологии в растениеводстве и мобильной энергетике», 2010. – С. 266–271.
3. Капустин В.П. Сельскохозяйственные машины : учебное пособие / Капустин, В.П., Глазков Ю.Е. – М. : ИНФРА-М, 2015. – 280 с.
4. Варнаков В.В. Технический сервис машин сельскохозяйственного назначения / Варнаков В.В. – М. : КолосС, 2004. – 253 с.

### References

1. Malakov O.I. Funktsionalne modeliuвання protsesu tekhnolohichnoi pidhotovky vyrobnytstva dlia proektiv stvorennia novoi tekhniki / O.I. Malakov, N.R. Veselovska // Materialy Mizhnarodnoi molodizhnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii «Moloda nauka – robotyzatsiia i nano-tekhnohii suchasnoho mashynobuduvannia», 2019. – S. 19–23.
2. Kapustin V.P. Tehnologicheskoe obslujivanie selskohozyaystvennyih mashin i agregatov kak rezerv povyisheniya urojajnosti / V.P. Kapustin // Materialy 7-i Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii «Energoberegayuschie tehnologii v rastenievodstve i mobilnoy energetike», 2010. – S. 266–271.
3. Kapustin V.P. Selskohozyaystvennyie mashiny : uchebnoe posobie / Kapustin, V.P., Glazkov YU.E. – M. : INFRA-M, 2015. – 280 s.
4. Varnakov V.V. Tehnicheskiy servis mashin selskohozyaystvennogo naznacheniya / Varnakov V.V. – M. : KolosS, 2004. – 253 s.

Надійшла/Paper received : 27.03.2021 р. Надрукована/Printed : 02.06.2021 р.