

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного



**Науковий вісник**  
Таврійського державного агротехнологічного університету



*Випуск 12, том 3*

Електронне наукове фахове видання

Запоріжжя – 2022 р.

УДК [631.3+621.3+004]

T 13

Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету: електронне наукове фахове видання / ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев. – Мелітополь: ТДАТУ, 2022. – Вип. 12, том 3.

**ISSN 2220-8674**

Друкується за рішенням Вченої Ради ТДАТУ,  
Протокол № 6 від 27 грудня 2022 р.

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, AGRIS, «Україна наукова»,  
НБУ ім. В. І. Вернадського.

Редакційна колегія:

**Головний редактор**

Кюрчев В. М. чл.-кор. НААН України, д.т.н., проф. (Україна)

**Заступник головного редактора**

Надикто В. Т. – чл.-кор. НААН України, д.т.н., проф. (Україна)

**Відповідальний секретар**

Діордієв В. Т. – д.т.н., проф. (Україна)

**Технічний секретар**

Кондратюк Ю.В. (Україна)

Beloev Hristo – д.т.н., проф. (Болгарія)

Cortez Jose Italo – PhD (Mexico)

Ivanovs Semjons – PhD (Latvia)

Olt Jüri – PhD, проф. (Eesti)

Pascuzzi Simone – Dr. проф. (Italia)

Вершков О. О. – к.т.н., доц. (Україна)

Волошина А.А. – д.т.н., проф. (Україна)

Гавриленко Є. А. – д.т.н., проф. (Україна)

Галько С. В. – к.т.н., доц. (Україна)

Гнатушенко В. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Гумен О. М. – д.т.н., проф. (Україна)

Дейниченко Г. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Євлаш В. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Журавель Д. П. – д.т.н., проф. (Україна)

Квітка С. О. – к.т.н., доц. (Україна)

Кувачов В. П. – д.т.н., доц. (Україна)

Кузнецов М. П. – д.т.н., с.н.с. (Україна)

Кюрчев С. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Лендел Т. І. – к.т.н., (Україна)

Лисиченко М. Л. – д.т.н., проф. (Україна)

Ломейко О. П. – к.т.н., доц. (Україна)

Лубко Д. В. – к.т.н., доц. (Україна)

Лясковська С. Є. – к.т.н., доц. (Україна)

Малкіна В. М. – д.т.н., проф. (Україна)

Мацулевич О. Є. – к.т.н., доц. (Україна)

Паламарчук І. П. – д.т.н., проф. (Україна)

Панченко А. І. – д.т.н., проф. (Україна)

Пилипенко Л. М. – д.т.н., проф. (Україна)

Погребняк А. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Постолатій В. М. – д.х.т.н. (Молдова)

Пріс О. П. – д.т.н., проф. (Україна)

Самойчук К. О. – д.т.н., проф. (Україна)

Сердюк М. Є. – д.т.н., проф. (Україна)

Сидоренко О. С. – к.т.н., доц. (Україна)

Скляр О. Г. – к.т.н., проф. (Україна)

Скляр Р. В. – к.т.н., доц. (Україна)

Соболь О. М. – д.т.н., проф. (Україна)

Тітова О. А. – д.т.н., доц. (Україна)

Холодняк Ю. В. – к.т.н., доц. (Україна)

Шоман О. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Яковлев В. Ф. – к.т.н., проф. (Україна)

Ялпачик В. Ф. – д.т.н., проф. (Україна)

Відповідальний за випуск – к.т.н., професор Скляр О. Г.

Адреса редакції: ТДАТУ

Вул. Жуковського, 66,

м. Запоріжжя, 69600, Україна

© Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2022.



DOI: 10.31388/2220-8674-2022-3-33

УДК 004.94

О. Г. Зінов'єва

ORCID ID: 0000-0003-3760-8952

*Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного*

e-mail: olha.zinovieva@tsatu.edu.ua, тел.: (096)5482226

## ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ МЕТОДОМ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

*Анотація.* Підвищення ефективності сільськогосподарського підприємства неможливе без грамотної організації обслуговування і ремонту техніки, яку використовують господарства. Стаття присвячена проблемам підвищення ефективності технічного сервісу сільськогосподарської техніки. В роботі пропонується використання методів імітаційного моделювання для визначення параметрів ефективності обслуговування машинно-тракторного парку, який розглядається як система масового обслуговування. Такий підхід дозволяє визначити оптимальну стратегію проведення технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки. Імітаційне моделювання - це метод дослідження, при якому система, що вивчається, замінюється моделлю, з достатньою точністю описує реальну систему, і з нею проводяться експерименти з одержання інформації про цю систему. Імітаційне моделювання дозволяє імітувати поведінку системи у часі. Для розробки моделі використана програмне середовище імітаційного моделювання GPSS – найбільш універсальна система для моделювання процесів і систем масового обслуговування.

*Ключові слова:* імітаційна модель, системи масового обслуговування, технічне обслуговування, ефективність

*Постановка проблеми.* У сучасних економічних умовах найгострішою проблемою технічного прогресу в агропромисловому комплексі є відновлення ресурсу техніки та підтримання її у робочому стані з мінімальними витратами. Підвищення ефективності технологій технічного обслуговування та ремонту у машинно-тракторних станціях може суттєво скоротити витрати фермерських та селянських господарств. Технічне обслуговування сільськогосподарською технікою здійснюється службою технічного обслуговування. З метою



ефективного функціонування цієї служби необхідно оптимізувати кількість основних системоутворювальних об'єктів, до яких належать заправники, агрегати технічного обслуговування та машини польового ремонту. Розробка імітаційних моделей дозволить вибрати оптимальні параметри для цього

*Аналіз останніх досліджень.* Дослідженню застосування імітаційного моделювання у різних галузях присвячені праці вітчизняних та іноземних авторів. У роботах Братушки С.М. [1] розкривається питання застосування імітаційного моделювання в економічних процесах і системах. Томашевський В.М. розглядає можливість розробки комп'ютерних програм для цих моделей. Застосуванню систем масового обслуговування, як дискретно-подієвого напрямку імітаційного моделювання, присвячені роботи Ю.В. Жернового [2].

Проте застосуванню імітаційного моделювання саме для підвищення ефективності обслуговування сільськогосподарської техніки присвячено недостатньо уваги.

*Формулювання мети статті.* Метою даної статті є застосування методів імітаційного моделювання для оптимізації технічного обслуговування сільськогосподарської техніки

*Основна частина.* Імітаційне моделювання, на думку Р. Е. Шеннона, доцільно застосовувати за наявності будь-якої з наступних умов: не існує закінченої математичної постановки досліджуваного завдання або не існує опрацьованих аналітичних методів її вирішення, для вирішення необхідні математичні процедури високої складності, трудомісткості, кінцеві користувачі недостатньо підготовлені математично. На сьогоднішній день саме метод імітаційного моделювання є одним із найпотужніших і найефективніших методів дослідження процесів та виробничих систем

Імітаційне моделювання - метод, що дозволяє будувати моделі, які описують процеси так, якими вони будуть у реальності. За допомогою імітаційного моделювання можна побудувати гіпотези та прогнози, на основі яких можна передбачити майбутню поведінку систем. Мета імітаційного моделювання полягає у розробці симулятора досліджуваної предметної області щодо різноманітних експериментів. Імітаційне моделювання дозволяє імітувати поведінку системи у часі. Причому плюсом є те, що часом у моделі можна керувати: уповільнювати у разі швидкоплинних процесів і прискорювати для моделювання систем з повільною мінливістю. Імітаційні моделі, що є особливим класом математичних моделей, принципово відрізняються від аналітичних тим, що використання ЕОМ у процесі реалізації грає визначальну роль. Імітаційні моделі не накладають жорстких обмежень на вихідні дані, що використовуються, дозволяють в процесі

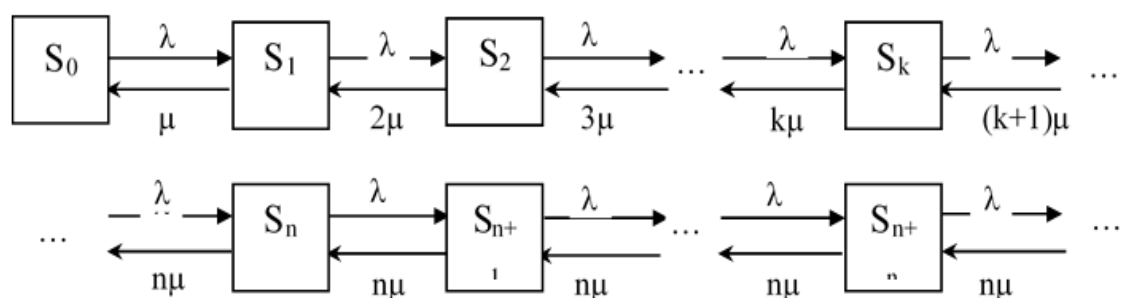
дослідження використовувати всю зібрану інформацію незалежно від її форми подання і ступеня її формалізації.

Підтримка якості та надійності сільськогосподарської техніки в період експлуатації багато в чому зумовлює ефективність роботи всього агропромислового комплексу. Одним з основних показників є надійність техніки. Особливу роль в підвищенні надійності сільськогосподарської техніки надається системі її обслуговування і ремонту. Технічний сервіс є вимушеною та необхідною умовою підтримки сільськогосподарської техніки в працездатному стані.

Систему технічного сервісу сільськогосподарської техніки можна розглядати як систему масового обслуговування, яка включає наступні елементи: джерело вимог (несправна техніка), вхідний потік вимог (група машин або тракторів, яка підлягає ремонту), канал обслуговування (пересувні або стаціонарні майстерні), черга (сукупність вимог, що очікують обслуговування, коли канали зайняті обслуговуванням інших вимог), вихідний потік вимог. Основні параметри цих моделей детально вивчені і проаналізовані [2].

Для цих багатоканальних систем технічного сервісу тракторів, комбайнів та сільськогосподарських машин є необхідним визначення впливу таких параметрів, як середня інтенсивність потоку вимог, середній час обслуговування однієї вимоги, продуктивність майстерні. Інтенсивність замовлень на технічне обслуговування є стохастичною величиною, тому що залежить від сезону роботи. Під час важливих сільськогосподарських робіт (оранка, посів, збирання врожаю тощо) вона може збільшуватися і перевищувати можливості майстерні і черга на обслуговування починає зростати.

Розглянемо граф станів досліджуваної багатоканальної системи з чергою (рис. 1).



$\lambda$  - інтенсивність потоку вимог;  $\mu$  - інтенсивність потоку обслуговування (середнє число вимог, що обслуговуються за одиницю часу);  $S_0, S_1, \dots, S_n$  - стани системи;  $n$  - загальна кількість каналів.

Рисунок 1. Граф станів багатоканальної системи технічного сервісу з чергою



Дана система має  $n$  майстерень. Якщо хоча б одна майстерня незайнята, то вимога, яка надходить в систему, відразу обслуговується. Якщо всі майстерні зайняті, то машини, що потребують ремонту, становляться в чергу.

Якщо протягом певного часу працюють дві ( $n = 2$ ) майстерні, то швидкість обслуговування подвоюється і дорівнює  $2\mu$ . Якщо несправні машини обслуговуються  $n$  майстернями, то швидкість обслуговування дорівнює  $n\mu$ .

При  $S_0$  в систему не надходить жодної вимоги, всі комбайни справні, майстерні вільні. При  $S_1$  в систему надходить одна вимога, тобто один комбайн несправний, одна майстерня зайнята його обслуговуванням. При  $S_n$  число вимог дорівнює  $n$ , зайняті всі  $n$  майстерень та, відповідно, при  $S_{n+1}$  зайняті всі майстерні і несправні комбайни становляться в чергу на обслуговування.

Момент надходження вимог у систему технічного обслуговування тракторів або комбайнів не завжди може бути визначений. При проведенні планового технічного обслуговування іноді доводиться виконувати і незаплановані ремонтні роботи у випадках відмови техніки. Тому надходження вимог на технічне обслуговування та усунення наслідків вимог має ймовірнісний характер. Також і тривалість обслуговування має ймовірнісний характер, тому може з'являтися черга на виконання ремонтно-обслуговуючих робіт.

Оскільки процес обслуговування техніки ідентифікується як система масового обслуговування, то основою критерію ефективності цієї системи можуть бути наступні параметри: середнє число зайнятих постів обслуговування, середній час очікування обслуговування, коефіцієнти простою майстерні та інші. Ці параметри системи дозволяють оцінити ступінь її завантаженості. Шляхом зміни операційних характеристик системи можна досягнути більш ефективного використання машинно-тракторної станції.

Для визначення параметрів системи в якості середовища моделювання використана програма імітаційного моделювання GPSS Word. Вибір обумовлений високим рівнем інтерактивності та візуального подання інформації.

Якщо інтенсивність надходження запиту на обслуговування складає  $\lambda = 0,41$  в годину, а середній час технічного обслуговування кожного запиту  $t = 2,61$  годин для тракторів, тоді модель для визначення параметрів технічного обслуговування на мові GPSS буде мати вигляд:



```

INITIAL X$TRAK,10 ;кількість техніки, що надходить на
обслуговування
INITIAL X$OBSL,2.61 ;середній час обслуговування
In EQU 0.41 ;інтенсивність надходження техніки на
обслуговування
*****
POST STORAGE 2
INFORM QTABLE QR,0,2,20
GENERATE ,,X$TRAK
WORK ADVANCE (Exponential(1,0,1/In))
QUEUE QR
ENTER POST
DEPART QR
ADVANCE (Exponential(1,0,X$OBSL)) ;обслуговування техніки
LEAVE POST
TRANSFER ,WORK
*****
GENERATE 1920
SAVEVALUE Lch QA$QR ;середня довжина черги
SAVEVALUE Tch QT$QR ;середній час техніки в черзі
TERMINATE 1
    
```

Після запуску моделі на виконання отримуємо звіт з результатами моделювання, в якому визначені основні характеристики системи

TABLE	MEAN	STD.DEV.	RANGE	RETRY	FREQUENCY	CUM.%
INFORM	7.738	3.398		0		
			0.000 -	0.000	4	0.27
			2.000 -	2.000	29	2.21
			4.000 -	4.000	147	12.06
			6.000 -	6.000	318	33.38
			8.000 -	8.000	346	56.57
			10.000 -	10.000	303	76.88
			12.000 -	12.000	180	88.94
			14.000 -	14.000	100	95.64
			16.000 -	16.000	36	98.06
					29	100.00

SAVEVALUE	RETRY	VALUE
TRAK	0	10.000
OBSL	0	2.610
LCH	0	6.020
TCH	0	7.722
TP	0	10.332

FEC	XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
11	0		1921.865	11	2	3		
8	0		1922.768	8	2	3		
10	0		1922.860	10	6	7		
1	0		1925.501	1	2	3		
5	0		1928.646	5	6	7		
12	0		3840.000	12	0	9		

Рисунок 2. Звіт з результатами роботи програми

З отриманих результатів можна побачити, що час очікування техніки в черзі на обслуговування складає 7,72 год за рік, довжина черги – 6,02 од. при двох постах обслуговування та ремонту.

Завантаженість системи становить 100%. Для зменшення часу простою техніки необхідно додати ще пости для обслуговування. На рисунку 3 наведений графік залежності часу простою від кількості постів технічного обслуговування

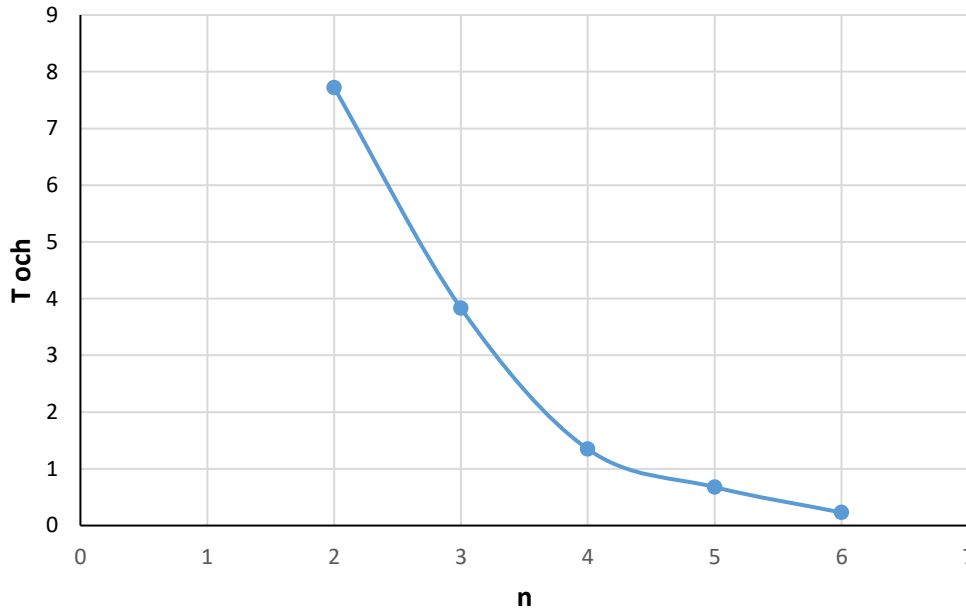


Рисунок 3. Зміна часу очікування техніки на обслуговування по відношенню до кількості постів технічного обслуговування

На діаграмі показано, що середній час простою техніки при очікуванні ремонту суттєво знижується при збільшенні кількості постів обслуговування. Але ж при цьому знижується коефіцієнт завантаженості системи. При  $n = 5$  коефіцієнт завантаженості складає 0,8, тобто пости технічного обслуговування завантажені недостатньо.

Якщо інтенсивність потоку збільшується при п'яти постах обслуговування час простою суттєво не змінюється. Наприклад, при збільшенні інтенсивності надходження техніки до майстерні до 3,3 одиниць за годину, час простою становить 7,02 годин за рік. Якщо ще далі збільшувати кількість постів, коефіцієнт завантаженості починає зменшуватися.

Таким чином, можна визначити оптимальну кількість постів обслуговування, при якій час очікування знижується при достатньо високому коефіцієнту завантаженості майстерні.

*Висновки.* В ході дослідження було визначено, що для оптимізації технічного обслуговування сільськогосподарської техніки необхідно збільшити кількість майстерень при збільшенні числа вимог, але Використовуючи теорію масового обслуговування, визначені основні параметри технічного обслуговування сільськогосподарської техніки. Прийняття остаточного рішення щодо чисельності ремонтних бригад





залежить від того, яка ситуація буде вважатися прийнятною за критерієм компромісу між середньою кількістю елементів МТП, які очікують ремонту та ремонтуються і середнім часом від моменту виявлення поломки до завершення ремонту.

Список використаних джерел:

1. Братушка С. М. Імітаційне моделювання як інструмент дослідження складних економічних систем. *Вісник Української академії банківської справи*. 2009. № 2(27). С. 113–118.
2. Жерновий Ю. В. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування: практикум. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2007. 307с
3. Жадлун З. О., Галаєва Л. В., Жадлун О. А. Імітаційне моделювання економічних процесів: методичний посібник Київ: НАУ, 2008. 40 с.
4. Томашевський В. М., Нехай В.В. Засоби імітаційного моделювання для навчання, які ґрунтуються на мові GPSS. *Технічні науки та технології*. 2015. №2. С. 101–105.
5. Шамрін Р. В. Імітаційне моделювання економічних систем: програмні засоби та напрями їх вдосконалення. *Економіка та держава*. 2016. № 1. С. 35–39.
6. Лубко Д. В., Шаров С. В., Зинов'єва О. Г. Проектування імітаційної моделі роботи технологічної лінії прибирання гною на тваринницькій молочній фермі. *Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського*. Серія: Технічні науки, 2022. Том 33(72) №3, с. 56–60.
7. Kleijnen J. P. C. Sensitivity Analysis of Simulation Models. CentER Discussion Paper Series. 2009. N. 11. Social Science Research Network. URL: <http://ssrn.com/abstract=1340449>
8. Anish Amin, Piyush Mehta, Abhileh Sahay, Pranesh Kumar and Arun Kumar, Optimal Real-Time Problem Solving Using Queuing Theory, *International Journal of Engineering and Innovative Technologies*, Vol. 3 Issue 10, 2014. Pp. 268–270.
9. János Sztrik. Queueing Theory and its Applications, A Personal View, 8th International Conference on Applied Computer Science, Vol. 1, Pp. 9–30.
10. Harchol-Balter, M. Performance Modeling and Design of Computer Systems: *Queueing Theory in Action*. Cambridge University Press, Cambridge. 2013. 576 p.

Стаття надійшла до редакції 15.12.2022 р.



**O. Zinovieva**

## **OPTIMIZATION OF MAINTENANCE OF AGRICULTURAL EQUIPMENT USING THE SIMULATION METHOD**

### *Summary*

Increasing the efficiency of an agricultural enterprise is impossible without a competent organization of maintenance and repair of the equipment used by farms. A new approach to the organization of technical service of machines in the agricultural sector, including grain harvesters, is needed. At the same time, it is necessary to use the experience accumulated both in our country and in other countries with a developed market economy. The effectiveness of the use of grain harvesters depends significantly on the organization of the maintenance system. The need for maintenance of grain harvesters is caused by many circumstances: they require periodic refueling with fuel and coolant; in the process of use, performance is lost, and its restoration requires field repair; they require periodic maintenance to prevent failures and malfunctions, which is provided by such types of work as inspection and inspection, cleaning and washing, lubrication, adjustment and diagnosis, and fastening. Maintenance of combine harvesters is carried out by the maintenance service. In order for this service to function effectively, it is necessary to optimize the number of main system-forming objects, which include refueling stations, maintenance units and field repair machines. The article is devoted to the problems of increasing the efficiency of the technical service of agricultural machinery. The paper proposes the use of simulation modeling methods to determine the parameters of the maintenance efficiency of the machine-tractor fleet, which is considered as a mass service system. This approach allows you to determine the optimal strategy for maintenance and repair of agricultural machinery. Simulation modeling is a research method in which the system being studied is replaced by a model that describes the real system with sufficient accuracy, and experiments are conducted with it to obtain information about this system. Simulation modeling allows you to simulate the behavior of the system over time. The GPSS simulation software environment was used to develop the model - the most universal system for modeling mass service processes and systems

**Key words:** simulation model, mass service systems, maintenance, efficiency

**ЗМІСТ****ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ**

- Богомолов О. В., Михайлов В. М., Завгородній О. І., Ірклієнко В. І., Богомолов О. О., Іващенко С. Г.* 1  
До питання енергоємності процесів сепарації зернових сумішей
- Кюрчев С. В., Верхованцева В. О.* 2  
Аналіз ефективності застосування каскадного морозильного пристрою для заморожування ягід
- Скляр О. Г., Скляр Р. В., Болтянський Б. В.* 3  
Аналіз сучасних технологій та обладнання для утримання виробничої птиці
- Тебенко В. М., Завадских Г. М., Лисак О. І.* 4  
Пріоритетні напрями інноваційного розвитку
- Журавель Д. П., Бондар А. М., Філенко Д. Ю.* 5  
Структурний аналіз надійності сільськогосподарської техніки при експлуатації на біопально-мастильних матеріалах
- Самойчук К. О., Ковальов О. О., Фучаджи Н. О.* 6  
Методика розрахунку параметрів промислового зразка струминно-щілинного гомогенізатора молока
- Kotar A. S.* 7  
Modern technologies for processing livestock manure and poultry litter into high-quality fertilizers
- Болтянська Л. О.* 8  
Енергозбереження та енергоефективність в домогосподарствах населення
- Дашивець Г. І., Бондар А. М., В'юник О. В.* 9  
Вплив технологічної бази на підвищення рівня виробничих ресурсів сервісного підприємства
- Бондаренко Л. Ю., Тетервак І. Р.* 10  
Огляд агрегатів для покращення кисневого балансу компостної суміші



- Мітков В. Б.* 11  
Обґрунтування доцільності введення екологічного контролю енергетичних засобів при виробництві сільськогосподарської продукції
- Болтянський Б. В., Скляр Р. В.* 12  
Модель функціонування бази технічного сервісу обладнання тваринницьких підприємств
- Ковальов О. О., Самойчук К. О., Паляничка Н. О.* 13  
Оптимізація форми внутрішніх поверхонь кільцевої щілини струминного гомогенізатора молока
- Журавель Д. П.* 14  
Прогнозування надійності паливної системи мобільної техніки при використанні біодизельних паливних
- Лисак О. І., Тебенко В. М., Завадських Г. М.* 15  
Розробка бізнес-плану вирощування цукрової кукурудзи для малих підприємств півдня України
- Ломейко О. П., Верхованцева В. О., Паляничка Н. О.* 16  
Аналіз ефективності способів вдосконалення клапанних гомогенізаторів

## ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

- Дідур В. В., Журавель Д. П., Шокарев О. М., В'юник О. В., Комар А. С.* 17  
Аналіз технологій отримання олії з олійних культур
- Боковець С. П., Перцевой Ф. В.* 18  
Дослідження гідрогелів агару у поєднанні з медом та кунжутним борошном методом дск для виробництва батончиків
- Бандура В. М., Фіалковська Л. В.* 19  
Технологія зберігання насіння зернових культур
- Ілляшенко Я. І., Мельник О. Ю.* 20  
Використання кріопорошків в технології виготовлення пастили
- Семко Т. В., Іваніщева О. А.* 21  
Формування функціональних властивостей пісочно-відсаджувального печива шляхом застосування зостери



- Крижак Л. М.* 22  
Перспективне використання плодів садової ірги (*Amelanchier medic*) у харчовій промисловості
- Роженко А. С., Мельник О. Ю.* 23  
Використання калини та продуктів її переробки у виробництві здобних виробів
- Пахомська О. В.* 24  
Харчові добавки: класифікація та вплив на організм людини
- Кошель О. Ю., Москаленко А. О., Маренкова Т. І., Лобачова Н. Л.* 25  
Визначення показників якості тіста для круасанів
- Геліх А. О., Головка М. П., Кошель О. Ю., Василенко О. О., Чернишов С. О.* 26  
Удосконалення технології м'ясних тістових напівфабрикатів з використанням безглютенової рослинної сировини

### **ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА**

- Волошин В. С., Азархов О. Ю.* 27  
До питання ролі людини в енергетичному обміні сонце-земля
- Гулевський В. Б., Постол Ю. О., Добровенко І. Г.* 28  
Огляд сучасного стану релейного захисту електричних мереж
- Сілі І. І., Азархов О. Ю.* 29  
Дезінфікуючий UV-C мобільний робот

### **КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ**

- Дереза О. О., Дереза С. В.* 30  
Інструменти комунікації для підготовки фахівців АПК
- Холодняк Ю. В., Гавриленко Є. А., Мірошниченко М. Ю.* 31  
Комп'ютерне моделювання криволінійних поверхонь на основі масиву точок
- Лубко Д. В., Шаров С. В.* 32  
Розробка сучасної експертної системи для галузі свинарства у приватних господарствах



- Зінов'єва О. Г.* 33  
Оптимізація технічного обслуговування сільськогосподарської техніки методом імітаційного моделювання
- Лубко Д. В.* 34  
Використання Web-технологій для автоматизації розробки технологічних карт вирощування сільськогосподарських культур

Електронне наукове фахове видання

**Науковий вісник**  
Таврійського державного агротехнологічного університету

Випуск 12, том 3.

Відповідальний за випуск – к.т.н., професор Скляр О. Г.

Комп'ютерна верстка: Комар А. С.

Підписано до друку 28 грудня 2022 р.  
Друкарня ТДАТУ  
18,40 умов. друк. арк.