**I. МАШИНОВИКОРИСТАННЯ У РОСЛИННИЦТВІ ТА ТВАРИННИЦТВІ**

УДК 631.361

DOI: 10.37128/2520-6168-2019-3-1

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ДОЇННЯ

Алієв Ельчин Бахтияр огли, к.т.н., завідувач відділу техніко-технологічного забезпечення
Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України

Яропуд Віталій Миколайович, к.т.н., доцент
Вінницький національний аграрний університет

Гаврильченко Олександр Степанович, к.т.н., доцент

Костеніков Олексій Олександрович, інженер

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

E. Aliyev, PhD, Head of the Department of Technical and Technological Support of Seedling
Institute of Oilseeds National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

V. Yaropud, PhD, Associate Professor

Vinnitsia National Agrarian University

O. Gavrilchenko, PhD, Associate Professor

O. Kostenikov, Engineer

Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University

Автоматизовані системи керування молочним тваринництвом зазвичай прив'язуються до доїльного обладнання, так як воно є ключовою ланкою в технології виробництва молока – саме тут збирається, оновлюється і записується інформація про продуктивність, якісні показники молока, відтворення і фізіологічний стан тварини. Комп'ютерна обробка цього масиву даних надає фахівцям необхідну інформацію, на підставі якої приймаються рішення, як по одній тварині, так і по всьому стаду в цілому. Технологічний процес індивідуального обслуговування тварин, його контроль і керування, можна реалізувати виконавчими командами системи управління на базі оціночних показників функціонування біологічних об'єктів. У статті обґрунтовані перспективні напрямки розробки автоматизованої системи керування молочним тваринництвом і запропоновані шляхи їх реалізації. Найбільш перспективним шляхом розвитку технічного напрямку в молочному тваринництві є вдосконалення автоматизованих систем керування технологічними процесами машинного доїння на базі прецизійних (високоточних) технологій і технічних засобів. Також в роботі встановлено, що ефективність машинного доїння корів визначається адаптивною інформаційно-аналітичною системою управління технологічним процесом доїння на основі аналізу фізіологічного стану тварин за допомогою перманентного мобільного моніторингу.

Ключові слова: молочне тваринництво, доїння, системи керування, автоматизація, прецизійність.

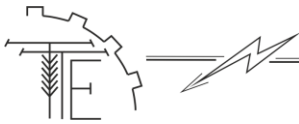
Рис. 2. Табл. 2. Літ. 12.

1. Постановка проблеми

Протягом останніх десяти років в молочному тваринництві була сформована пріоритетна наукова проблема, яка базується на чотирьох основних напрямках: інтенсивні технології, механізація, автоматизація та фізіологічні аспекти. При цьому реалізація інтенсивних технологій в молочному скотарстві неможлива без системи керування технологічними процесами. За даними [1-5] впровадження автоматизованих систем керування технологічними процесами в молочному тваринництві дозволяє підвищити продуктивність праці в 1,2-2 рази, знизити енерговитрати на 30-40%, збільшити продуктивність тварин до 20 %, а також істотно поліпшити умови праці тваринників.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Автоматизовані системи керування молочним тваринництвом зазвичай прив'язуються до доїльного обладнання [6-7], так як воно є ключовою ланкою в технології виробництва молока – саме тут збирається, оновлюється і записується інформація про продуктивність, якісні показники молока, відтворення і фізіологічний стан тварини. Комп'ютерна обробка цього масиву даних надає фахівцям необхідну інформацію, на підставі якої приймаються рішення, як по одній тварині, так і по всьому стаду в цілому.



Автоматизовані системи керування молочним тваринництвом вирішують такі завдання (рисунк 1). Використання автоматизованих систем забезпечує:

- отримання оперативної інформації про тварину та швидкий доступ до історії тварини;
- підвищення надоїв за рахунок до клінічного діагностування хвороб;
- аналіз структури стада і фізіологічного стану тварини;
- скорочення витрат на ветеринарні препарати;
- виявлення порушень в технології відтворення стада;
- зменшення числа ялових тварин і збільшення виходу телят;
- підвищення ефективності годування;
- зниження витрат праці та підвищення культури праці.

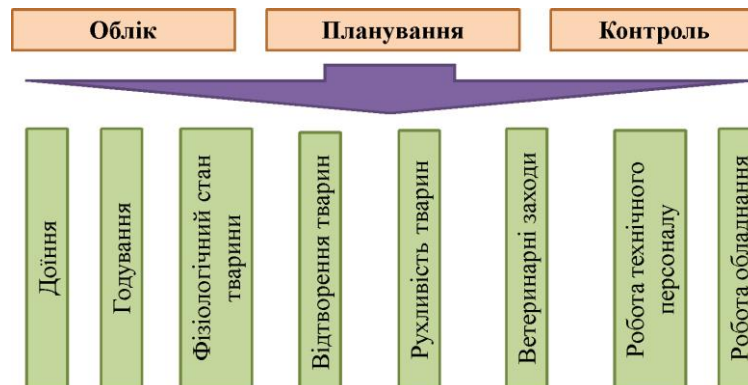


Рис. 1. Завдання автоматизованої системи керування молочним тваринництвом

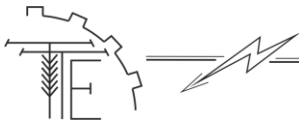
На сьогоднішній день різні компанії пропонують різні комплектації автоматизованих систем керування молочним тваринництвом (таблиця 1) [8-10].

Наведені автоматизовані системи керування молочним тваринництвом [11, 12] не дають повної оцінки виробництва за фізіологічними показниками тварин.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика автоматизованих систем керування молочним тваринництвом

Система, виробник (країна)	Комплектація	Автоматичні функції	Додаткові можливості
1	2	3	4
ALPRO, DeLaval (Швеція)	- процесор ALPRO; - транспондери; - антени; - контролери; - датчики активності; - програмне забезпечення	- вимір надоїв; - реєстрація поїдання корму; - контроль біологічного стану тварин	- контроль тварин, облік тварин; - календар ветеринарних заходів; - формування груп; - окремий облік зростання телят
Dairy Plan 5, GEA Group (Германія)	- комп'ютерні плати; - датчики Responder; - антени; - система Metatron; - система Finilactor; - електронний пульсатор; - система кормороздавання; - датчики активності Rescounter; - прохідні ваги; - селекційні ворота; - програмне забезпечення Dairy Plan.	- вимір і контроль надоїв; - індикація маститу і заборона доїння для хворих корів; - додоювання і зняття апарату; - реєстрація поїдання корму; - дозування корму; - індикація стану полювання.	- розрахунок собівартості молока; - ведення календаря ветеринарних заходів; - створення робочих планів; - вимір ваги; - контроль руху тварини; - окремий облік зростання телят



Продовження таблиці 1

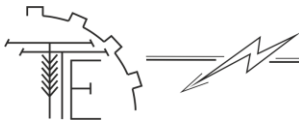
1	2	3	4
Cattle Code, SAC (Данія)	- портативний комп'ютер ID-Logger; - респондери; - портальні антени; - система обліку надоїв UNI-LAC Memolac / 2 Milk Meter; - датчики електропровідності молока Unitlow 3 Milk Claw; - датчики активності Respactor; - програмне забезпечення Herd Management	- вимір і контроль надоїв; - облік швидкості молоковіддачі; - індикація маститу; - дозування концентрованих кормів; - реєстрація поїдання корму; - вимір рухливості і температури корови	- ведення календаря тварини; - годування в доїльному залі; - вимір ваги; - окремий облік зростання телят; - розрахунок раціонів для відгодівлі телят
DataFlow, SCR (Ізраїль)	- комп'ютер; - транспондери HR Tag; - антени ID; - контролери; - система керування доїнням DataFlow; - програмне забезпечення	- моніторинг активності; - моніторинг жувальної діяльності (румінації) - моніторинг удою і якості молока	- ведення календаря та історії тварини; - селекція стада
Система ідентифікації та нормованої годівлі корів (дослідний зразок), НТЦ «Ферммаш» (Росія)	- контролери; - центральний комп'ютер; - нашійники з датчиками; - антени; - лічильник молока - автоматизована станція годування; - програмне забезпечення	- вимір індивідуальних надоїв; - індивідуальне дозування концентрованих кормів; - контроль біологічного стану тварин	- моніторинг молоковіддачі; - ведення календаря тварини; - формування груп за стадіями лактації; - оптимізація раціонів; - селекція стада
Автоматизована система управління стадом, ВІЕСХ ВІМ (Росія)	- комп'ютер; - респондери; - антени; - система ідентифікації; - автоматизована станція годування	- вимір індивідуальних надоїв; - дозування концентрованих кормів; - вимірювання температури в частках вимені	- ведення календаря та історії тваринного; - вимір ваги
AFIFARM, ВАТ «Брацлав» (Україна)	- контролери; - центральний комп'ютер; - нашійники з датчиками; - антени; - лічильник молока; - програмне забезпечення	- вимір і контроль надоїв; - облік швидкості молоковіддачі; - контроль біологічного стану тварин	- аналіз здоров'я корів; - відтворення; - ведення календаря та історії тварини

3. Мета дослідження

Обґрунтувати перспективні напрямки розробки автоматизованої системи керування молочним тваринництвом і запропонувати шляхи їх реалізації.

4. Результати дослідження

Технологічний процес індивідуального обслуговування тварин, його контроль і керування, можна реалізувати виконавчими командами системи управління на базі оціночних показників функціонування біологічних об'єктів (таблиця 2).



Таблиця 2

*Параметри контролю і керування технологічними процесам
індивідуального обслуговування тварин*

Технологічні процеси, операції	Завдання контролю і керування	Контрольовані параметри	Оцінювальні показники і команди керування
1	2	3	4
Ідентифікація тваринного	Ведення бази ідентифікаторів тварин	Номер тварини	Визначення тварини в стаді
Доїння	Ведення бази даних надоїв	Надій, тривалість доїння, додоювання, тривалість додоювання	Індивідуальні параметри тварини
	Управління процесом доїння	Інтенсивність потоку молока	Формування команд для управління доїнням, порушення в процесі доїння
	Контроль режимів доїння	Техніко-технологічні параметри молочно-доїльного обладнання	Формування плану технічного обслуговування
	Контроль оператора	Тривалість підготовки корови до доїння, своєчасне одягання стаканів	Порушення підготовчих операцій
	Контроль якості молока	Показники якості молока	Ідентифікація захворювань тварин, формування календаря ветеринарних заходів, оптимізація раціонів
Годування	Ведення бази даних раціонів	Кількість виданого корму, тривалість поїдання, кількість не з'їденого корму	Кількість з'їденого корму, формування і видача індивідуальних раціонів
	Виявлення тварин з ознаками захворювань	Швидкість поїдання корму, відхилення від середньої швидкості поїдання корму, моніторинг румінації	Ідентифікація захворювань тваринного, формування календаря ветеринарних заходів
	Контроль функціонування технічних засобів	Техніко-технологічні параметри технічних засобів	Формування плану технічного обслуговування
Запліднення	Ведення бази даних осіменіння та статевої охоти	Календар запліднення, рухова активність тварин	Своєчасне осіменіння тварини, контроль над селективним відтворенням стада, ідентифікація статевої охоти
Зважування	Ведення бази даних зміни маси тварини	Маса тварини	Приріст живої маси

Продовження таблиці 2

1	2	3	4
Ідентифікація місцезнаходження тварини	Ведення бази даних місцезнаходження тваринного	Тривимірні координати тваринного, поведінкові ознаки	Ідентифікація та визначення місцезнаходження тварини в зоні обслуговування, статевая охота, формування груп, контроль моціону
Визначення рухливості тварини	Ведення бази даних рухливості тварини	Автобоніторування, ідентифікація захворювань кінцівок	Контроль над селективним відтворенням стада, формування календаря ветеринарних заходів

З аналізу таблиці 2 випливає, що рівень реалізації біологічного потенціалу тварин визначається технологічними процесами доїння і годування, контролем місцезнаходження тварини, функцією рухливості, виявлення статевої охоти і часу осіменіння.

Таким чином, важливим резервом підвищення ефективності виробництва молока є індивідуальне обслуговування тварин і вдосконалення технологічних процесів доїння, годівлі, утримання і обслуговування тварин, що базуються на застосуванні прецизійних (високоточних) технологій і технічних засобів.

Ефективність машинного доїння корів визначається автоматизованою системою керування технологічним процесом доїння (рисунок 2). Основою даної системи є управління техніко-технологічними параметрами електронного пульсатора доїльного апарата за допомогою вимірювання його витрати повітря і швидкості молоковіддачі корови [3] і керування маніпулятора підвісної частини доїльного апарата.

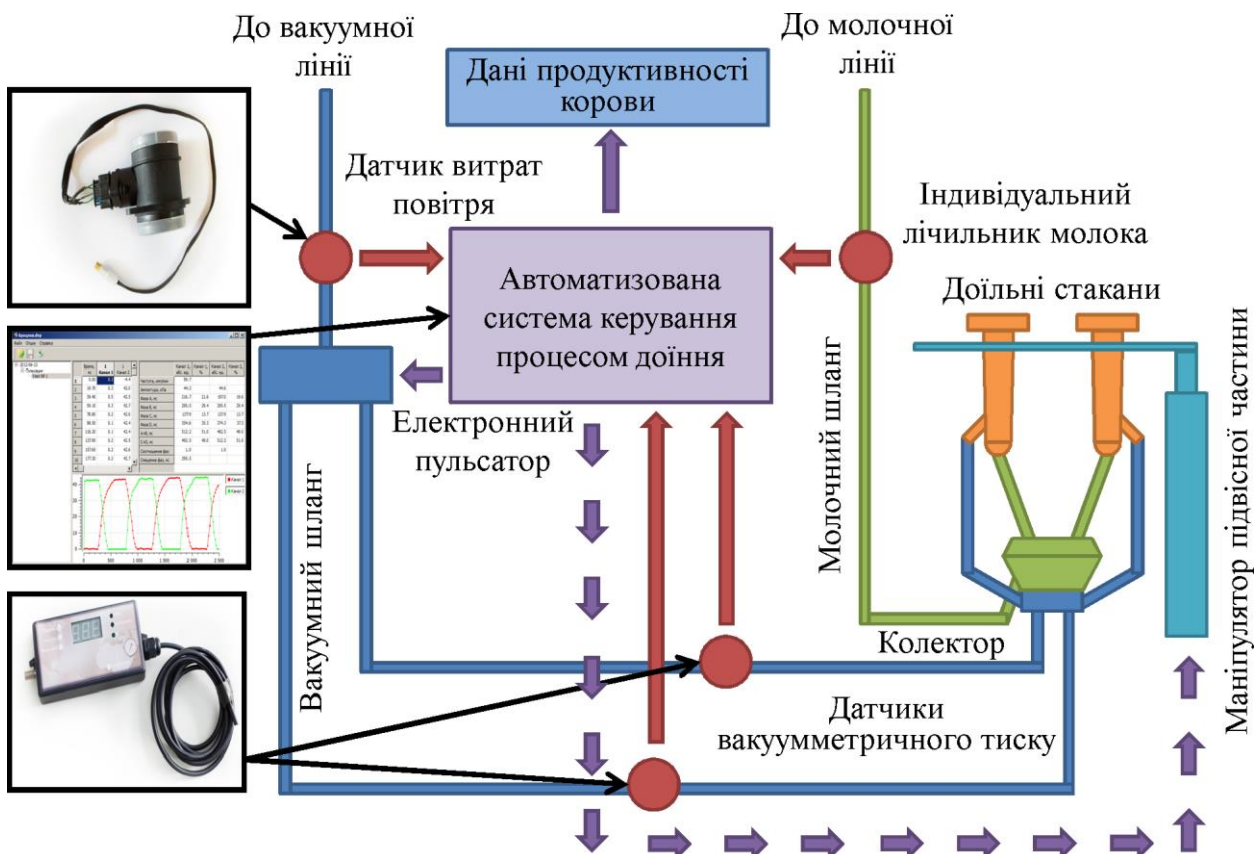


Рис. 2. Автоматизована система керування технологічним процесом машинного доїння



5. Висновки

Найбільш перспективним шляхом розвитку технічного напрямку в молочному тваринництві є вдосконалення автоматизованих систем керування технологічними процесами машинного доїння на базі прецизійних (високоточних) технологій і технічних засобів.

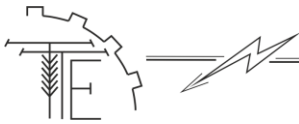
Встановлено, що ефективність машинного доїння корів визначається адаптивною інформаційно-аналітичною системою управління технологічним процесом доїння на основі аналізу фізіологічного стану тварин за допомогою перманентного мобільного моніторингу.

Список використаних джерел

1. Gasteiner, J. Ursachen für Lahmheiten bei Milchkühen. In: Tagungsband der Gumpensteiner Bautagung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 2005, p. 57–62.
2. Механіко-технологічні основи використання вакуумних насосів доїльних установок: монографія / Хмельовський В. С., Павленко С. І., Линник Ю. О., Дудін В. Ю., Алієв Е. Б. К. : ЦП "Компринт", 2017. 177 с.
3. Шевченко І. А., Алієв Е. Б. Науково-методичні рекомендації з багатокритеріального виробничого контролю доїльних установок. Запоріжжя: Акцент Інвест-трейд, 2013. 156 с.
4. Яропуд В. М. Обґрунтування конструктивно-режимних параметрів пульсатора доїльного апарату. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*, 2018. 1 (100). С. 55–61.
5. Алієв Е. Б., Тісліченко О. С., Грицун А. В. Обґрунтування конструкційної схеми комплексу устаткування контролю вакууметричних параметрів доїльного обладнання. *Зб. наук. праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки*, 2011. Вип. 9. С. 30–38.
6. Линник Ю. О., Павленко С. І., Грицун А. В. Дослідження динаміки змін коливань вакууметричного тиску в автоматизованій доїльній установці. *Зб. наук. праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки*, 2014. № 1 (84). С. 104–108.
7. Бобылев Ю. В. Система автоматической стабилизации вакуумного режима. Наука и молодежь: Новые идеи и решения. Волгоград : ИПК «Нива», 2008. С. 394–397.
8. Барановский М. В., Пунько А. И., Сорокин Э. П. К вопросу разработки системы доения с автоматическим додаиванием коров на доильных площадках. *Новые направления развития технологии и технологических средств в молочном животноводстве: XIII Международный симпозиум по вопросам машинного доения коров*. Гомель, 2006. С.186–190.
9. Савран В. П., Палій А. П. Технологічні особливості завершення машинного доїння на автоматизованих установках. *Вісн. Полтавської державної академії*, 2007. № 2. С. 106–108.
10. Ужик В. Ф., Борозенцев В. И., Склярів А. И., Ужик О. В. К обоснованию конструктивных параметров переносного автомата доения. Матеріали XII Міжнародного симпозиуму з питань машинного доїння корів 11-14 травня 2004 р. Глеваха, 2005. С. 175–177.
11. Грицун А. В., Бабин І. А., Севостьянов І. В. Дослідження впливу соскової гуми на діжки вимені корів. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*, 2018. 4 (103). С. 4–8.
12. Калетнік Г. М., Кулик М. Ф., Петриченко В. Ф. Основи перспективних технологій виробництва продукції тваринництва. Вінниця: «Енозіс», 2007. 584 с.

References

- [1] Gasteiner, J. (2005). Ursachen für Lahmheiten bei Milchkühen. In: *Tagungsband der Gumpensteiner Bautagung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein*. 57–62 [in German].
- [2] Khmelovskyy, V., Pavlenko, S., Lynnyk, Y., Dudin, V. (2017). *Mekhaniko-tekhnologichni osnovy vykorystannya vakuumnykh nasosiv doylilnykh ustanovok [Mechanical and technological bases of using vacuum pumps of milking machines]*, "Komprynt" CPU. [in Ukrainian].
- [3] Shevchenko, I., Aliyev, E. (2013). *Naukovo-metodychni rekomendatsiyi z bahatokryterial noho vyrobnychoho kontrolyu doylilnykh ustanovok [Scientific and methodological recommendations for multicriteria production control of milking machines]*. Zaporozhye: *Aktsent Invest-treid*, [in Ukrainian].
- [4] Yaropud, V. (2017). *Obgruntuvannya konstruktyvno-rezhymnykh parametriv pulsatora doylilnoho aparatu [Substantiation of design and mode parameters of milking machine pulsator]*. *Tekhnika, enerhetyka, transport APK, 1(100)*, 55-61. [in Ukrainian].
- [5] Aliyev, E., Tislichenko, O., Hrytsun, A. (2011). *Obgruntuvannya konstruktsiyanoi skhemy komplektu*



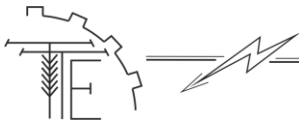
- ustatkuvannya kontrolyu vakuummetrychnykh parametriv doyl'noho obladnannya [Substantiation of the design scheme of the set of equipment of control of vacuummetric parameters of milking equipment]. *Zb. nauk. prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii: Tekhnichni nauky*, 9, 30–38. [in Ukrainian].
- [6] Lynnyk, Y., Pavlenko S., Hrytsun A. (2011). Doslidzhennya dynamiky zmin kolyvan' vakuummetrychnoho tysku v avtomatyzovaniy doyl'niy ustanovtsi [Investigation of the dynamics of changes in the vacuum pressure in an automated milking plant]. *Zb. nauk. prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii: Tekhnichni nauky*, 1(84), 104–108. [in Ukrainian].
- [7] Bobylev, Y (2008). Systema avtomatycheskoi stablyzatsyy vakuumnoho rezhyma [System of automatic stabilization of the vacuum regime]. *Nauka y molodezh: Novye ydey y resheniya*. Volhohrad, YPK «Nyva», 394–397. [in Russian].
- [8] Baranovskiy, M., Pun'ko, A. Sorokin, E. (2006). K voprosu razrabotki sistemy doeniya s avtomaticheskim dodaivaniyem korov na doil'nykh ploshchadkakh [On the issue of developing a milking system with automatic milking of cows at milking sites]. *Novye napravleniya razvytyia tekhnolohyy y tekhnolohycheskykh sredstv v molochnom zhyvotnovodstve: KhIII Mezhdunarodnyi sympozyum po voprosam mashynnoho doeniya korov*. (pp. 186–190). Homel. [in Russian].
- [9] Savran, V., Paliy, A. (2007). Tekhnolohichni osoblyvosti zavershennya mashynnoho doynnya na avtomatyzovanykh ustanovkakh [Technological features of the completion of machine milking on automated installations]. *Visn. Poltavskoi derzhavnoi akademii*, 2, 106–108. [in Ukrainian].
- [10] Uzhik, V., Borozentsev, V., Sklyarov, A. Uzhik, O. (2004). K obosnovaniyu konstruktivnykh parametrov perenosnogo avtomata doeniya [To substantiate the design parameters of a portable milking machine]. *Materialy KhII Mizhnarodnoho (I Ukrainskoho) sympoziumu z pytan mashynnoho doinnia koriv 11-14 travnia 2004*. (pp. 175–177) Glevaha. [in Ukrainian].
- [11] Gritsun, A. V., Babin, I. A., Sevostyanov, I. V. (2018). Doslidzhennya vplyvu soskovoyi humy na diyky vymeni koriv [Research of the Impact of Nipple Rubber on Cows' Dents]. *Tekhnika, enerhetyka, transport APK*, 4(103), 4–8. [in Ukrainian].
- [12] Kaletnik, H., Kulyk, M., Petrychenko, V. (2007). *Osnovy perspektyvnykh tekhnolohiy vyrobnytstva produktsiyi tvarynnystva [Basis of advanced technologies of livestock production]* Vinnytsya: «Enozis» [in Ukrainian].

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ДОЕНИЯ

Автоматизированные системы управления молочным животноводством обычно привязываются к доильного оборудования, так как оно является ключевым звеном в технологии производства молока - именно здесь собирается, обновляется и записывается информация о производительности, качественные показатели молока, воспроизводства и физиологическое состояние животного. Компьютерная обработка этого массива данных предоставляет специалистам необходимую информацию, на основании которой принимаются решения, как по одному животному, так и по всему стаду в целом. Технологический процесс индивидуального обслуживания животных, его контроль и управление, можно реализовать исполнительными командами системы управления на базе оценочных показателей функционирования биологических объектов. В статье обоснованы перспективные направления разработки автоматизированной системы управления молочным животноводством и предложены пути их реализации. Наиболее перспективным путем развития технического направления в молочном животноводстве является совершенствование автоматизированных систем управления технологическими процессами машинного доения на базе прецизионных (высокоточных) технологий и технических средств. Также в работе установлено, что эффективность машинного доения коров определяется адаптивной информационно-аналитической системой управления технологическим процессом доения на основе анализа физиологического состояния животных с помощью перманентного мобильного мониторинга.

Ключевые слова: молочное животноводство, доение, системы управления, автоматизация, прецизионность.

Рис. 2. Табл. 2. Лит. 12.

**AUTOMATED SYSTEM OF MANAGEMENT
OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF MILKING**

Automated control systems for dairy farming are usually tied to milking equipment, as it is a key link in milk production technology - this is where information on productivity, quality indicators of milk, reproduction and the physiological state of the animal is collected, updated and recorded. Computer processing of this data array provides specialists with the necessary information on the basis of which decisions are made, both for one animal and for the whole herd as a whole. The technological process of individual animal service, its control and management, can be implemented by executive teams of the management system on the basis of estimated indicators of the functioning of biological objects. The article substantiates promising directions for the development of an automated control system for dairy farming and suggests ways to implement them. The most promising way to develop a technical direction in dairy farming is to improve automated systems for controlling technological processes of machine milking based on precision (high-precision) technologies and technical means. It was also established in the work that the efficiency of machine milking of cows is determined by an adaptive information-analytical system for controlling the milking process based on the analysis of the physiological state of animals using permanent mobile monitoring.

Key words: dairy farming, milking, control systems, automation, precision.

Pic. 2. Tabl. 2. Ref. 12.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Алієв Ельчин Бахтияр огли – кандидат технічних наук, завідувач відділу техніко-технологічного забезпечення насінництва Інституту олійних культур НААН України (вул. Інститутська 1, с. Сонячне, Запорізький р-н, Запорізька обл., Україна, 70417, e-mail: aliev@meta.ua).

Яропуд Віталій Миколайович – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Машин та обладнання сільськогосподарського виробництва» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: yaropud@vsau.vin.ua).

Гаврильченко Олександр Степанович - кандидат технічних наук, доцент кафедри «Механізації виробничих процесів у тваринництві» Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету (вул. Сергія Єфремова, 25, м. Дніпро, Україна, 49000).

Костеніков Олексій Олександрович – інженер кафедри «Механізації виробничих процесів у тваринництві» Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету (вул. Сергія Єфремова, 25, м. Дніпро, Україна, 49000).

Алиев Эльчин Бахтияр оглы – кандидат технических наук, заведующий отделом технико-технологического обеспечения семеноводства Института масличных культур НААН Украины (ул. Институтская 1, с. Солнечное, Запорожский р-н, Запорожская обл., Украина, 70417, e-mail: aliev@meta.ua).

Яропуд Виталий Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Машин и оборудования сельскохозяйственного производства» Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, 21008, Украина, e-mail: yaropud@vsau.vin.ua).

Гаврильченко Александр Степанович - кандидат технических наук, доцент кафедры «Механизации производственных процессов в животноводстве» Днепропетровского государственного аграрно-экономического университета (ул. Сергея Ефремова, 25, г. Днепр, Украина, 49000).

Костеников Алексей Александрович - инженер инженер кафедры «Механизации производственных процессов в животноводстве» Днепропетровского государственного аграрно-экономического университета (ул. Сергея Ефремова, 25, г. Днепр, Украина, 49000).

Aliyev Yelchin – PhD, Head of the Department of Technical and Technological Support of Seedling of the Institute of Oilseeds of Ukraine, (Institutskaya St. 1, Sonyachne village, Zaporozhye district, Zaporozhye region, Ukraine, 70417, e-mail: aliev@meta.ua).

Yaropud Vitaliy – PhD, Associate Professor of the Department of “Machines an Equipment of Agricultural Production” of Vinnytsia National Agrarian University (3, Solnyshchaya St., Vinnytsia, 21008, Ukraine, e-mail: yaropud@vsau.vin.ua).

Gavrilchenko Oлександр - PhD, Associate Professor of Department of “Mechanization of Production Processes in Husbandry” of Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University (St. S.Efremova, 25, Dnipro, Ukraine, 49000).

Kostenikov Oлексii - Engineer the Department of “Mechanization of Production Processes in Husbandry” Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University (St. S.Efremova, 25, Dnipro, Ukraine, 49000).