

УДК 637.115:637.116:621.396.67

В.Ю. КУЧЕРУК, П.І. КУЛАКОВ, Т.В. ГНЕСЬ

Вінницький національний технічний університет

Є.А. ПАЛАМАРЧУК

Вінницький національний аграрний університет

## **КЛАСИФІКАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ДОЇЛЬНО-МОЛОЧНИХ ВІДДІЛЕНЬ ТВАРИННИЦЬКИХ ФЕРМ**

*У статті розроблено класифікацію інформаційно-вимірювальних систем, які використовуються у доїльно-молочних відділеннях тваринницьких ферм. У відповідності з встановленими класифікаційними ознаками розглянуто призначення цих систем та проведено огляд параметрів, які за їх допомогою вимірюються та контролюються. Також розроблено класифікацію сучасних інформаційно-вимірювальних систем зоотехнічних параметрів тварин та розглянуто їх класифікаційні ознаки.*

*Ключові слова: доїльна установка, зоотехнічні параметри, інформаційно-вимірювальні системи, ідентифікація тварин.*

V. KUCHERUK, P. KULAKOV, T. GNES

Vinnytsia national technical university

E. PALAMARCHUK

Vinnytsya national agrarian university

## **THE CLASSIFICATION OF INFORMATION-MEASURING SYSTEMS FOR MILKING-DAIRY DEPARTMENTS OF CATTLE FARMS**

*In the article had done the classification of information-measurement systems which are used in milking dairy departments of cattle farms. In accordance with the established classification attributes considered the appointment of these systems and a reviewed of options that by them are measured and controlled. Also, made the classification of modern information-measuring systems of animals zootechnical parameters and examined their classification attributes.*

*Key words: milking machine, zootechnical parameters, information-measuring systems, animal identification.*

### **Вступ**

У теперішній час неможливе ефективне функціонування доїльно-молочних відділень тваринницьких ферм без систем автоматичного управління технологічним процесом отримання молока. При впровадженні таких систем підприємство по виробництву молока стає високоефективним виробничим підприємством, яке може успішно діяти на ринку. В автоматичному режимі такі системи забезпечують оптимізацію продуктивності тварин, здоров'я стада, репродуктивної здатності стада, годівлі, ефективності праці обслуговуючого персоналу ферми. Окрім цього забезпечується автоматичне створення календарних планів необхідних заходів, облік готового продукту, аналіз зоотехнічних параметрів тварин, аналіз показників роботи технологічного обладнання.

Інформаційно-вимірювальні системи (ІВС) для доїльно-молочних відділень тваринницьких ферм є невід'ємною складовою сучасних систем автоматичного управління технологічним процесом отримання молока. Сучасні доїльно-молочні відділення з великою кількістю тварин потребують впровадження технічних рішень, котрі дають можливість відслідковувати розвиток кожної тварини і керувати процесом її утримання. Вирішення цих задач забезпечується відповідними інформаційно-вимірювальними системами зоотехнічних параметрів тварин (ІВСЗПТ) та ІВС параметрів інших технологічних процесів. За допомогою вищевказаних систем здійснюється загальний облік удою на фермі, визначаються параметри молока, вимірюються та контролюються зоотехнічні параметри тварин, здійснюється вимірювання та контроль необхідних параметрів технологічного обладнання та параметрів технологічних процесів. Використання таких систем забезпечує ефективне управління стадом та тваринницькою фермою в цілому. Проведені дослідження відносяться до теорії ІВС для доїльно-молочних відділень тваринницьких ферм.

### **Аналіз стану досліджень**

У теперішній час, в спектрі продукції усіх основних світових виробників доїльного обладнання присутні ІВС для доїльно-молочних відділень тваринницьких ферм. Такі системи пропонує вітчизняний виробник ВАТ "Брацлав" [1], шведська компанія DeLaval [2], німецька компанія GEA [3], ізраїльська компанія Afimilk [4], російська компанія "Фемакс" [5], інші виробники. За їх допомогою здійснюється автоматичне вимірювання необхідних для ефективного управління тваринницькими фермами зоотехнічних параметрів тварин та параметрів технологічного процесу отримання молока. Виробники доїльного обладнання мають власні підходи до його класифікації [5], однак загальна класифікація саме ІВС для доїльно-молочних відділень тваринницьких ферм у теперішній час відсутня. Виходячи з цього, актуальним завданням є розробка класифікації таких ІВС та ІВСЗПТ, які є невід'ємною складовою сучасної молочної ферми.

### Постановка задачі

Необхідно розробити класифікацію сучасних ІВС, які використовуються у доїльно-молочних відділеннях тваринницьких ферм. У відповідності з встановленими класифікаційними ознаками розглянути призначення цих систем та зробити огляд параметрів, які за їх допомогою вимірюються та контролюються. Окрім цього, необхідно розробити класифікацію сучасних ІВСЗПТ, які є однією з найважливіших складових систем автоматичного управління технологічним процесом отримання молока, та розглянути їх класифікаційні ознаки.

### Основний текст

Інформаційно-вимірювальні системи широко використовуються у сучасних доїльно-молочних відділеннях тваринницьких ферм. В більшості випадків, вони є складовою частиною, або працюють у комплексі з системою автоматичного управління фермою. Основними особливостями більшості таких систем є випадковий характер інформаційних потоків, відносно невеликий об'єм вимірювальної інформації, високи вимоги до надійності та життєздатності інтерфейсів, що використовуються [6, 7]. На рис. 1 наведено розроблену класифікацію ІВС, які використовуються у доїльно-молочних відділеннях тваринницьких ферм.

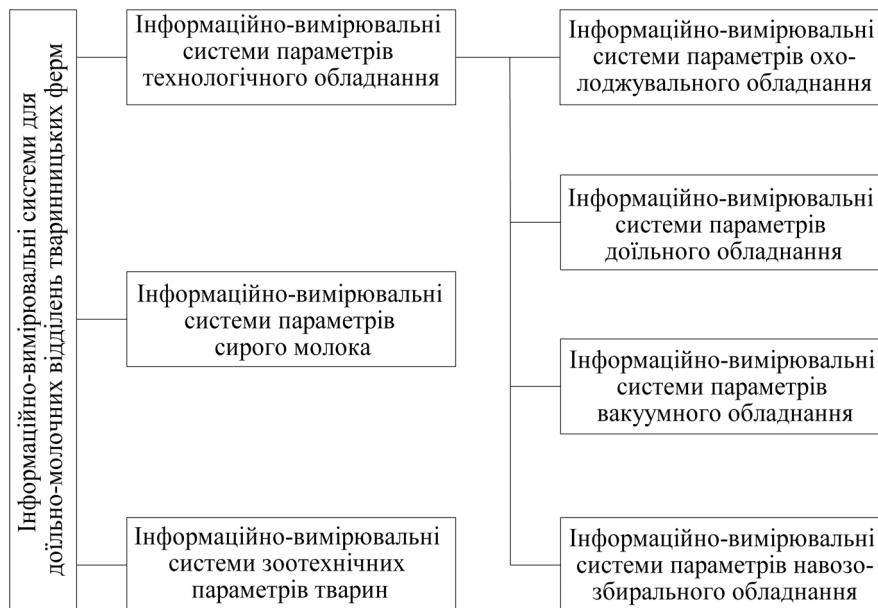


Рис. 1. Класифікація ІВС для доїльно-молочних відділень тваринницьких ферм

Вищевказані ІВС поділяються на три групи. До першої групи відносяться ІВСЗПТ, за допомогою яких здійснюється автоматичне вимірювання та контроль необхідних зоотехнічних параметрів. На основі результатів вимірювання та контролю зоотехнічних параметрів здійснюється ефективне управління стадом та тваринницькою фермою в цілому. Персоналом ферми у ручному режимі проводяться контрольні доїння, плановий контроль стада на наявність маститу, виявлення травмованості тварин, інші зоотехнічні та ветеринарні процедури. Вимірювальна інформація, яка отримана результати цих операцій, теж використовуються у ІВСЗПТ. ІВСЗПТ використовуються у технологічному процесі отримання молока при усіх способах утримання тварин та усіх видах доїльних установок, що значно підвищує ефективність молочного господарства [8].

До другої групи відносяться ІВС параметрів сирого молока (ІВСПСМ). Вони використовуються виробниками та покупцями для контролю якості. За допомогою ІВСПСМ вимірюються або контролюються наступні параметри молока: жирність, процентний вміст соматичних клітин, густина, в'язкість, рН, процентний вміст білку, процентний вміст лактози, температура, вміст води, вміст солі, температура замерзання, бактеріальна заплідненість [9].

До третьої групи відносяться ІВС параметрів технологічного обладнання (ІВСПТО). Вони в свою чергу поділяються на ІВС параметрів навозозбирального обладнання (ІВСПНЗО), ІВС параметрів вакуумного обладнання (ІВСПВО), ІВС параметрів доїльного обладнання (ІВСПДО), ІВС параметрів охолоджувального обладнання (ІВСПОО).

За допомогою ІВСПНЗО вимірюються або контролюються параметри, необхідні для забезпечення роботи навозозбирального обладнання. На сучасних фермах, як правило, використовуються скреперні навозозбиральні системи. Для забезпечення їх роботи необхідно здійснювати вимірювання лінійного зміщення скребка відносно початкового положення. У холодну пору року скребок може примерзнути до підлоги, для запобігання цьому здійснюється вимірювання температури підлоги, при її зниженні до  $+1^{\circ}\text{C}$  забезпечуються антипримерзальні рухи скребка. Для калібрування скреперної системи, компенсації зміни довжини тросу, реалізації алгоритму усунення перешкод, здійснюється вимірювання середнього струму споживання привідного електродвигуна. Окрім цього, здійснюється вимірювання поточного часу з метою забезпечення періодичного запуску навозозбиральної системи [10]

При використанні ІВСПВО, на основі результатів вимірювання струму споживання у кожній фазі, фазних напруг, температури обмоток, кутової швидкості обертання, здійснюється автоматичний контроль технічного стану основного та резервного електродвигунів вакуумної установки, вимірюється розрядження у різних місцях вакуумпроводу. Результати вимірювання розрядження використовуються системою автоматичного управління вакуумом з метою управління кутовою швидкістю електродвигунів для підтримання оптимального значення розрядження у вакуумпроводі [11].

ІВСПДО призначені для вимірювання та контролю комплексу параметрів доїльного обладнання, який залежить від типу доїльної установки. До параметрів доїльного обладнання відносяться шпаруватість, амплітуда, частота, тривалість перехідних процесів та фронтів пульсуючого вакууму у доїльних стаканах доїльних апаратів. Також ці системи здійснюють автоматичний контроль технічного стану електродвигуна молочного насоса, контроль наявності пульсацій у доїльних стаканах, контроль технічного стану пульсаторів, деяких інших, специфічних для кожної доїльної установки параметрів [5].

Невід'ємною складовою частиною процесу виробництва молока є його охолодження. Завдяки зниженню температури створюються умови, при яких стримується розвиток мікроорганізмів. Внаслідок цього якість молока та його властивості зберігаються на протязі тривалого часу [5]. ІВСПОО здійснюють вимірювання рівню, температури та ваги сирого молока у охолоджувальному танку. На основі результатів цих вимірювань здійснюється управління роботою охолоджувального обладнання. Окрім того, ІВСПОО здійснюють контроль технічного стану елементів охолоджувального обладнання на основі результатів вимірювання їх параметрів.

У теперішній час ІВЗЗПТ є одним з основних елементів систем автоматичного управління фермою, вони мають наступні особливості [12]. Потоки вимірвальної інформації у ІВЗЗПТ мають випадковий характер, характеристики інформаційних потоків визначаються типом доїльної установки, об'єм вимірвальної та допоміжної інформації у ІВЗЗПТ відносно невеликий, тому не виникає необхідності у використанні швидкодіючих інтерфейсів. Найбільш важливими параметрами інтерфейсу, у цьому випадку, є його надійність, життєздатність та завадостійкість, тому як робота ІВЗЗПТ здійснюється в умовах високого рівню промислових завод та великої імовірності пошкодження елементів системи. Одним з найважливіших складових елементів будь-якої ІВЗЗПТ є блок забезпечення процесу доїння (БЗПД), який окрім вимірювання та контролю зоотехнічних параметрів здійснює управління доїнням і забезпечує обмін інформацією з засобами ідентифікації тварин та сервером системи.

За допомогою ІВЗЗПТ здійснюється вимірювання та контроль комплексу наступних зоотехнічних параметрів [13]. У будь-який ІВЗЗПТ обов'язково вимірюється індивідуальний удій тварини. Розрізняють разовий удій, добовий удій, удій за певний період та удій за період лактації. З метою оцінки стану тварини вимірюють температуру її тіла, яка є важливим зоотехнічним показником. Електропровідність молока у кожній чверті вимені контролюють з метою виявлення маститу. Збільшення тривалості доїння по відношенню до середнього для конкретної тварини значення може свідчити про погану підготовку тварини до доїння дояром, або наявність стресового стану. Тому значення цього зоотехнічного параметру завжди контролюється у ІВЗЗПТ. Також для оцінки якості підготовки тварини до доїння дояром здійснюється вимірювання часу припуску, який визначається як час між початком доїння та отриманням ста грам молока. Інтенсивність молоковиділення визначають як відношення разового удою до тривалості доїння. Окрім того, важливими зоотехнічними показниками є інтенсивність молоковиділення в перші тридцять секунд після початку доїння, інтенсивність молоковиділення на часовому проміжку від тридцяти до шестидесяти секунд після початку доїння, інтенсивність молоковиділення на часовому проміжку від шестидесяти до дев'яноста секунд після початку доїння. На протязі утримання тварин здійснюється періодичний контроль їх ваги. Активність тварини визначається як середнє значення кількості її рухів. Зменшення активності тварини є ознакою поганого самопочуття, збільшення активності є ознакою того, що тварина знаходиться в стані "охоти". Вимірювання чесальної активності - середньої кількості користувань чесальною установкою, необхідне для виявлення шкірних захворювань або клещів. Жувальна активність тварини, або румінація, визначається для виявлення стресового стану або стану "охоти". Існують також зоотехнічні параметри, які визначаються обслуговуючим персоналом ферми вручну, після чого вводяться до БЗПД і використовуються у ІВЗЗПТ. До таких параметрів відносяться наявність травмованості тварини, наявність у тварини стану "охоти", застосування антибіотиків для лікування конкретної тварини, результати планової перевірки на мастит. У деяких випадках вимірювані та контрольовані параметри відносяться до певної групи тварин, склад якої залежить від типу доїльної установки. До зоотехнічних параметрів, які вимірюються або контролюються у цьому випадку, відносяться загальний удій стада, загальний удій групи тварин, удій, отриманий кожним дояром, удій у станку, тривалість роботи установки, середній удій тварини, середній час доїння тварини, певні параметри сирого молока. Розглянемо розроблену класифікацію ІВЗЗПТ, яка наведена на рис. 2.

ІВЗЗПТ поділяються на чотири групи за наступними класифікаційними ознаками. За типом доїльної установки ІВЗЗПТ можуть бути призначені для використання на конвеєрній доїльній установці, у складі доїльного робота, на груповій доїльній установці, на стійловій доїльній установці, на доїльній установці з прохідними станками. Тип доїльної установки в значній мірі визначає структуру ІВЗЗПТ, особливості її роботи, наявність тих чи інших специфічних вузлів.

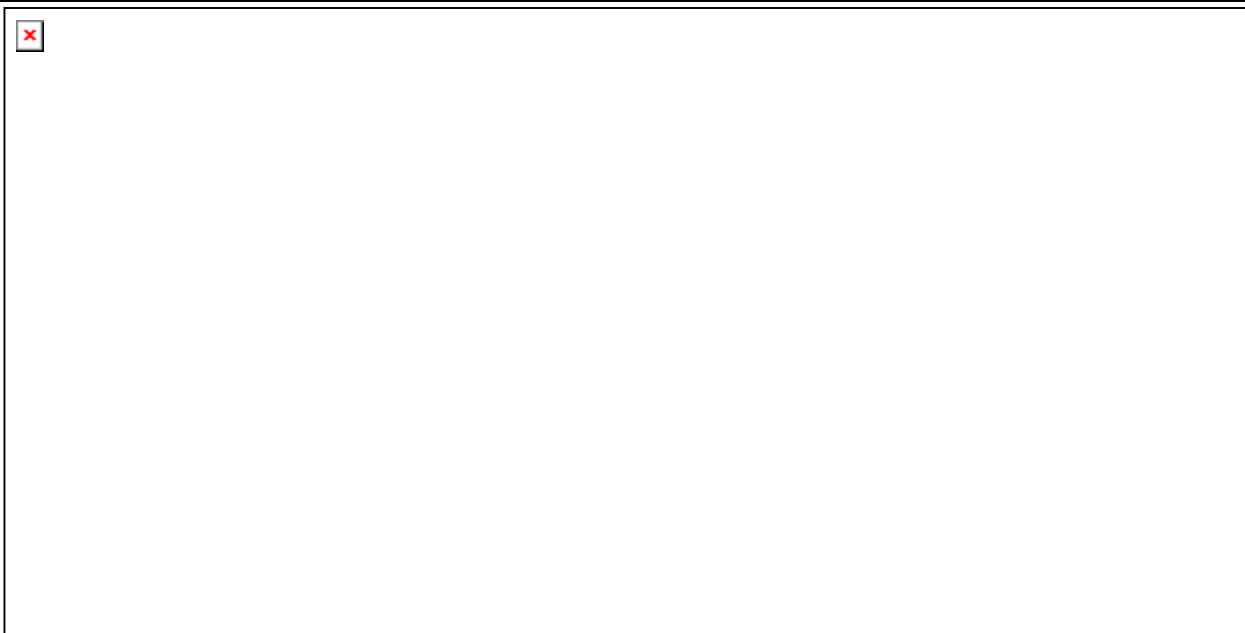


Рис. 2. Класифікація ІВСЗПТ

За типом зоотехнічних параметрів ІВСЗП поділяються на ІВС індивідуальних зоотехнічних параметрів, ІВС зоотехнічних параметрів групи тварин, комбіновані ІВС. За допомогою ІВС індивідуальних зоотехнічних параметрів здійснюється вимірювання та контроль зоотехнічних параметрів окремих тварин, у складі таких систем в обов'язковому порядку є системи ідентифікації тварин. ІВС зоотехнічних параметрів групи тварин здійснює вимірювання та контроль параметрів групи тварин, склад якої визначається типом доїльної установки, у таких системах ідентифікація тварин не здійснюється. Комбіновані ІВС зоотехнічних параметрів здійснюють вимірювання та контроль зоотехнічних параметрів як групи тварин, так і окремих тварин. У таких ІВС наявність системи ідентифікації обов'язкова.

За типом систем ідентифікації тварин ІВСЗПТ поділяються на системи без ідентифікації, з суб'єктивною ідентифікацією, з автоматичною ідентифікацією, з напівавтоматичною ідентифікацією. У ІВСЗПТ з суб'єктивною ідентифікацією номер тварини вводиться до БЗПД вручну, у ІВСЗПТ з автоматичною ідентифікацією тварина ідентифікується автоматично за допомогою відповідних зчитувачів транспондерів (ЗТ), без участі дояра, у ІВСЗПТ з напівавтоматичною ідентифікацією ЗТ підноситься до транспондера тварини дояром вручну.

За типом ІВС ІВСЗПТ поділяються на вимірювальні системи, результатом роботи яких вимірювальна інформація про зоотехнічні параметри тварин, ІВСЗПТ з елементами контролю, у яких частина зоотехнічних параметрів контролюється, ІВСЗПТ з елементами діагностики стану тварин, які на основі результатів вимірювання зоотехнічних параметрів здійснюють оцінку стану тварин та їх попередню діагностику.

### Висновки

На основі результатів проведених досліджень розроблено класифікацію сучасних ІВС, які використовуються у доїльно-молочних відділеннях тваринницьких ферм. Встановлено, що вищевказані ІВС поділяються на три основних групи. До першої групи відносяться ІВСЗПТ, за допомогою яких здійснюється автоматичне вимірювання та контроль необхідних зоотехнічних параметрів. До другої групи відносяться ІВСПСМ, які використовуються виробниками та покупцями молока для вимірювання та контролю його якісних показників. До третьої групи відносяться ІВСПТО, за допомогою яких здійснюється вимірювання та контроль параметрів технологічних процесів та параметрів технологічного обладнання.

Також розроблена класифікація ІВСЗПТ, які є однією з найважливіших складових систем автоматичного управління технологічним процесом отримання молока. На основі результатів досліджень запропоновано поділити ІВСЗПТ на чотири основні групи: за типом доїльної установки, за типом зоотехнічних параметрів, за типом систем ідентифікації, за типом ІВС.

### Література

1. Технологии и оборудование для животноводства ВАТ "Брацлав" [Текст] / 2010. - 27 с.
2. DeLaval [Електронний ресурс] / Tetra Laval Group. - Режим доступу : [www.delaval.com](http://www.delaval.com) - 05.03.2015. - Заголовок з екрану
3. GEA [Електронний ресурс] / GEA Westfalia Separator Group - Режим доступу : [www.westfalia-separator.com](http://www.westfalia-separator.com) - 05.03.2015. - Заголовок з екрану
4. Afimilk [Електронний ресурс] / Afimilk - Режим доступу : [www.afimilk.com](http://www.afimilk.com) - 05.03.2015. -

Заголовок з екрану

5. Цой, Ю. А. Процессы и оборудование доильно-молочных отделений животноводческих ферм [Текст] / Ю. А. Цой. – М. : ГНУ ВИЭСХ, 2010. – 424 с.
6. Automatic Milking Systems, Farm Size, and Milk Production [Text] / C. A. Rotz, C. U. Coiner, K. J. Soder // Journal of Dairy Science.- 2003. -Vol. 86, № 12. - p. 1605–1614.
7. Meijering, A. Automatic Milking: A Better Understanding [Text] / A. Meijering, H. Hogeveen, C.J.A.M. de Koning // Wageningen Academic Publishers The Netherlands.- 2004. - № 5. - p. 27 – 41.
8. Каталог продуктов и услуг ДеЛаваль [Текст] / 2011. – 372 с.
9. Тёпел, А. Химия и физика молока [Текст] / А. Тёпел. - М. : Пищ. пром., 1979. - 623 с.
10. Цой, Ю. А. Анализ и синтез транспортеров непрерывного действия [Текст] / Ю. А. Цой, А. А. Мансуров // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 1999. - №4. - с. 29-32.
11. Мжельский, Н. И. Вакуумные насосы для доильных установок [Текст] / Н. И. Мжельский. - М.: Машиностроение, 1974.- 152 с.
12. Automatic Milking Systems, Farm Size, and Milk Production [Text] / C. A. Rotz, C. U. Coiner, K. J. Soder // Journal of Dairy Science.- 2003. -Vol. 86, № 12. - p. 1605–1614.
13. Jacobs, J.A. The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare [Text] / J.A. Jacobs, J.M. Siegford // Journal of Dairy Science.- 2012. -Vol. 95, № 5. - p. 2227 – 2247.

#### References

1. Tehnologii i oborudovanie dlya zhivotnovodstva VAT "Bratslav" [Text] / 2010. - 27 s.
2. DeLaval [Electronic resource] / Tetra Laval Group. - Access mode : www.delaval.com - 05.03.2015. - Title from the screen
3. GEA [Electronic resource] / GEA Westfalia Separator Group - access Mode : www.westfalia-separator.com - 05.03.2015. - Title from the screen
4. Afimilk [Electronic resource] / Afimilk - access Mode : www.afimilk.com - 05.03.2015. - Title from the screen
5. Tsoy, Y. A. Protsessy i oborudovanie dlya doilno-molochnyh oddeleniy zhivotnovodcheskih ferm [Text] / Y. A. Tsoy. - M. : GNU VIESH, 2010. - 424 s.
6. Automatic Milking Systems, Farm Size, and Milk Production [Text] / C. A. Rotz, C. U. Coiner, K. J. Soder // Journal of Dairy Science.- 2003. -Vol. 86, № 12. - p. 1605–1614.
7. Meijering, A. Automatic Milking: A Better Understanding [Text] / A. Meijering, H. Hogeveen, C.J.A.M. de Koning // Wageningen Academic Publishers The Netherlands.- 2004. - № 5. - p. 27 – 41.
8. Katalog produktov s uslug DeLaval [Text] / 2011. – 372 s.
9. Tepel, A. Himiya i fizika moloka [Text] / A. Tepel. - M. : Pisch. prom., 1979. - 623 s.
10. Tsoy, Y. A. Analiz i sintez transporterov nepreryvnogo deystviya [Text] / Y. A. Tsoy, A. A. Mansurov // Traktory i sel'skohozyaystvennyye mashiny. - 1999. - №4. - s. 29-32.
11. Mzhelskiy, N. I. Vakuumnye nasosy dlya doilnyh ustanovok [Text] / N. I. Mzhelskiy. - M.: Mashinostroenie, 1974.- 152 s.
12. Automatic Milking Systems, Farm Size, and Milk Production [Text] / C. A. Rotz, C. U. Coiner, K. J. Soder // Journal of Dairy Science.- 2003. -Vol. 86, № 12. - p. 1605–1614.
13. Jacobs, J.A. The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare [Text] / J.A. Jacobs, J.M. Siegford // Journal of Dairy Science.- 2012. -Vol. 95, № 5. - p. 2227 – 2247.

Рецензія/Peer review : 10.5.2015 р.

Надрукована/Printed : 20.6.2015 р.

Стаття рецензована редакційною колегією