

УДК: 637.115.6

### Алгоритм роботи адаптивної доїльної апаратури з керованим вакуумметричним тиском у молокозбірній камері колектора доїльного апарата

*Афанасьєв І. А., аспірант, Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України,  
e-mail: i.afanasiev1993@gmail.com, тел.: +38 (095) 743-14-70*

#### Анотація

**Мета.** Підвищення ефективності машинного доїння завдяки створенню адаптивної доїльної апаратури та алгоритму її роботи, що дозволить змінювати вакуумметричний тиск у молокозбірній камері колектора залежно від інтенсивності молоковидення.

**Методи.** Розробка конструкційно-технологічної схеми та алгоритму роботи здійснені на загальних принципах аналізу та синтезу нових конструкційно-технологічних рішень і науково-технічних публікацій.

**Результати.** Розроблено конструкційно-технологічну схему та алгоритм роботи адаптивної доїльної апаратури зі зміною вакуумметричного тиску в молокозбірній камері колектора доїльного апарата.

**Висновки.** Розроблені алгоритм роботи та конструкційно-технологічна схема адаптивної доїльної апаратури дозволять змінювати вакуумметричний тиск у молокозбірній камері колектора, автоматично виконувати машинне додоювання та знімання підвісної частини. Це призведе до: меншого впливу людського фактора, зменшення часу холостого доїння; підвищення повноти видоювання та зменшення захворюваності тварин на мастит. Подальші дослідження повинні бути спрямованими на перевірку розробленого технічного рішення у виробничих умовах.

**Ключові слова:** апарат доїльний, машинне доїння, установка доїльна автоматизована, адаптивна доїльна апаратура.

UDC: 637.115.6

### Algorithm of the adaptive milking equipment operation with the managed of vacuum-pressure in the collector milk chamber of the milking machine

*Afanasyev I. A., graduate student, National Scientific Center "Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture" of the National Academy of Sciences of Ukraine,  
e-mail: i.afanasiev1993@gmail.com, tel.: +38 (095) 743-14-70*

#### Annotation

**Purpose.** Improvement of the efficiency of machine milking due to the creation of adaptive milking equipment and the algorithm of its work, which will allow changing the vacuum-pressure in the collector milk chamber of the collector, depending on the intensity of the milk flow.

**Methods.** The development of the design and technological scheme and the algorithm of work are carried out on the general principles of analysis and synthesis of new design and technological solutions and scientific and technical publications.

**Results.** The design and technological scheme and the work algorithm of the adaptive milking equipment with the change of pressure in the collector milk chamber of the milking machine are developed.

**Conclusions.** The developed algorithm and the design and technological scheme of adaptive milking equipment will be allowing change the vacuum pressure in the collector milk chamber and automatically carry out the machines after-milking operation and removal of the pendant part. Which leads to: less influence of the human factor, reducing the time of idle milking; increasing the completeness of milking of the animals and reducing the morbidity of animals to mastitis. Further research be must aimed at verifying the developed technical solution in the production environment.

**Keywords:** milking machine, machine milking, milking automated installation, adaptive milking equipment.

УДК: 637.115.6

## Алгоритм работы адаптивной доильной аппаратуры с управляемым вакуумметрическим давлением в молокосборной камере коллектора доильного аппарата

*Афанасьев И. А., аспирант, Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства» НААН Украины,  
e-mail: i.afanasiev1993@gmail.com, тел.: +38 (095) 743-14-70*

### Аннотация

**Цель.** Повышение эффективности машинного доения путем создания адаптивной доильной аппаратуры и алгоритма ее работы, что позволит менять вакуумметрическое давление в молокосборной камере коллектора в зависимости от интенсивности молоковыведения.

**Методы.** Разработка конструкционно-технологической схемы и алгоритма работы осуществлены на общих принципах анализа и синтеза новых конструкционно-технологических решений и научно-технических публикаций.

**Результаты.** Разработаны конструкционно-технологическая схема и алгоритм работы адаптивной доильной аппаратуры с изменением вакуумметрического давления в молокосборной камере коллектора доильного аппарата

**Выводы.** Разработанный алгоритм работы и конструкционно-технологическая схема адаптивной доильной аппаратуры позволяют изменять вакуумметрическое давление в молокосборной камере коллектора, автоматически выполнять машинное выдаивание и снятие подвесной части. Это приведет к: меньшему влиянию человеческого фактора, уменьшению времени холостого доения; повышению полноты выдаивания и уменьшению заболеваемости животных маститом. Дальнейшие исследования должны быть направлены на проверку разработанного технического решения в производственных условиях.

**Ключевые слова:** аппарат доильный, машинное доение, установка доильная автоматизированная, адаптивная доильная аппаратура.

**Постановка проблемы.** Сьогодні існує багато конструкційно-технологічних рішень для машинного доїння корів, але вони не повною мірою вирішують такі проблеми, як: холосте доїння, повнота видоювання, спа-

дання підвісної частини доїльного апарата з вим'я тварини та ін.

За високої інтенсивності молоковиведення молокозбірна камера колектора переповнюється молоком, що призводить до значного падіння вакуумметричного тиску в ній та спадання підвісної частини. Або навпаки, за відсутності молоковиведення дія вакуумметричного тиску на ділки тварини є небезпечною, відбувається холосте доїння, що призводить до захворювань на мастит [1, 2, 3].

Отже, виникає необхідність у створенні доїльної аппаратури, яка залежно від інтенсивності молоковиведення забезпечить адаптивну зміну вакуумметричного тиску в молокозбірній камері колектора.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Відомі алгоритми роботи доїльної аппаратури полягають у зміні режиму роботи відповідно до фізіологічних особливостей тварини. Так, наприклад, у дослідженнях І. В. Дмитріва [4] змінюється співвідношення тактів пульсатора від інтенсивності молоковиведення.

У своїй роботі С. В. Второй та В. Ф. Второй [5] описують алгоритм управління системою стабілізації вакуумметричного тиску в загальній системі доїльного обладнання. Але він не враховує падіння вакуумметричного тиску в молокозбірній камері колектора через зростання інтенсивності молоковиведення.

Л. П. Карташовим запропонований алгоритм машинного доїння корів [6], який включає: режим стимуляції (відбувається за часом 30...60 с), доїння, додоювання (за інтенсивності молоковиведення менше

0,2 л/хв упродовж 20...30 с) та зняття доїльних стаканів. Схожий алгоритм роботи доїльної апаратури використовують у більшості молочних ферм України, з великим поголів'ям тварин, на вітчизняних доїльних установках типу «Ялінка» [7]. Вони також мають три режими роботи: стимуляції (частота пульсацій –  $100 \pm 5$  Гц), доїння (частота пульсацій –  $65 \pm 5$  Гц) та додоювання (частота пульсацій –  $65 \pm 5$  Гц під час роботи маніпулятора в режимі машинного додоювання). Недоліком вище наведених алгоритмів роботи доїльної апаратури є незмінний рівень вакуумметричного тиску в молокозбірній камері колектора, що створює негативний вплив на дійки тварини під час низької інтенсивності молоковидення.

Фірма DeLaval запропонувала доїльний апарат “Duovac 300” [8], що працює на двох рівнях вакуумметричного тиску в молокозбірній камері колектора (понижений – 33 кПа та номінальний – 50 кПа), які змінюються залежно від інтенсивності молоковидення. Це дає змогу зменшити шкідливу дію високого вакуумметричного тиску на дійки тварини, що призводить до меншої захворюваності маститом. Основним недоліком запропонованого доїльного апарата є необхідність у селекціонуванні стада корів за тугодійністю, виконання ручного додоювання, зняття підвісної частини та виключення доїльної апаратури.

**Мета досліджень.** Підвищення ефективності машинного доїння завдяки створенню адаптивної доїльної апаратури та алгоритму її роботи, що дозволить змінювати вакуумметричний тиск у молокозбірній камері колектора залежно від інтенсивності молоковидення.

**Методи досліджень.** Розробка конструкційно-технологічної схеми та алгоритму роботи здійснені на загальних принципах аналізу та синтезу нових конструкційно-технологічних рішень і науково-технічних публікацій.

**Результати досліджень.** На основі аналізу конструкційно-технологічних схем

існуючих доїльних апаратів та алгоритмів їх роботи запропоновано спосіб роботи адаптивної доїльної апаратури, який залежно від інтенсивності молоковидення змінює величину вакуумметричного тиску в молокозбірній камері доїльного апарата. Він включає в себе чотири режими роботи: режим стимуляції, безпечного видоювання, інтенсивної молоковіддачі, додоювання та закінчення доїння.

Алгоритм роботи адаптивної доїльної апаратури зі змінним вакуумметричним тиском у молокозбірній камері колектора доїльного апарата залежно від інтенсивності молоковидення представлено на рисунку 1.

Адаптивна доїльна апаратура працює таким чином. Перші 30 с від початку доїння апарат працює в режимі стимуляції (за мінімального вакуумметричного тиску 33 кПа в молокозбірній камері доїльного апарата).

Із закінченням режиму стимуляції доїльний апарат автоматично переходить у режим нормального доїння (за інтенсивності молоковидення до 3 л/хв) або інтенсивного молоковидення (вище 3 л/хв). Режим нормального доїння супроводжується встановленням вакуумметричного тиску в молокозбірній камері колектора – 33 кПа. Під час режиму інтенсивного молоковидення вакуумметричний тиск становить 50 кПа.

Зі зменшенням інтенсивності молоковидення до 0,2 л/хв доїльний апарат працює впродовж 30 с у режимі додоювання. Режим додоювання включає встановлення вакуумметричного тиску в молокозбірній камері на рівні 33 кПа та виконання періодичного відтягування підвісної частини за допомогою маніпулятора. Зі збільшенням інтенсивності молоковидення доїльний апарат працює в звичайному режимі. Якщо інтенсивність молоковидення не підвищується, то доїльний апарат за допомогою маніпулятора відводить доїльні стакани та перекидає подачу вакуумметричного тиску в молокозбірну камеру колектора.

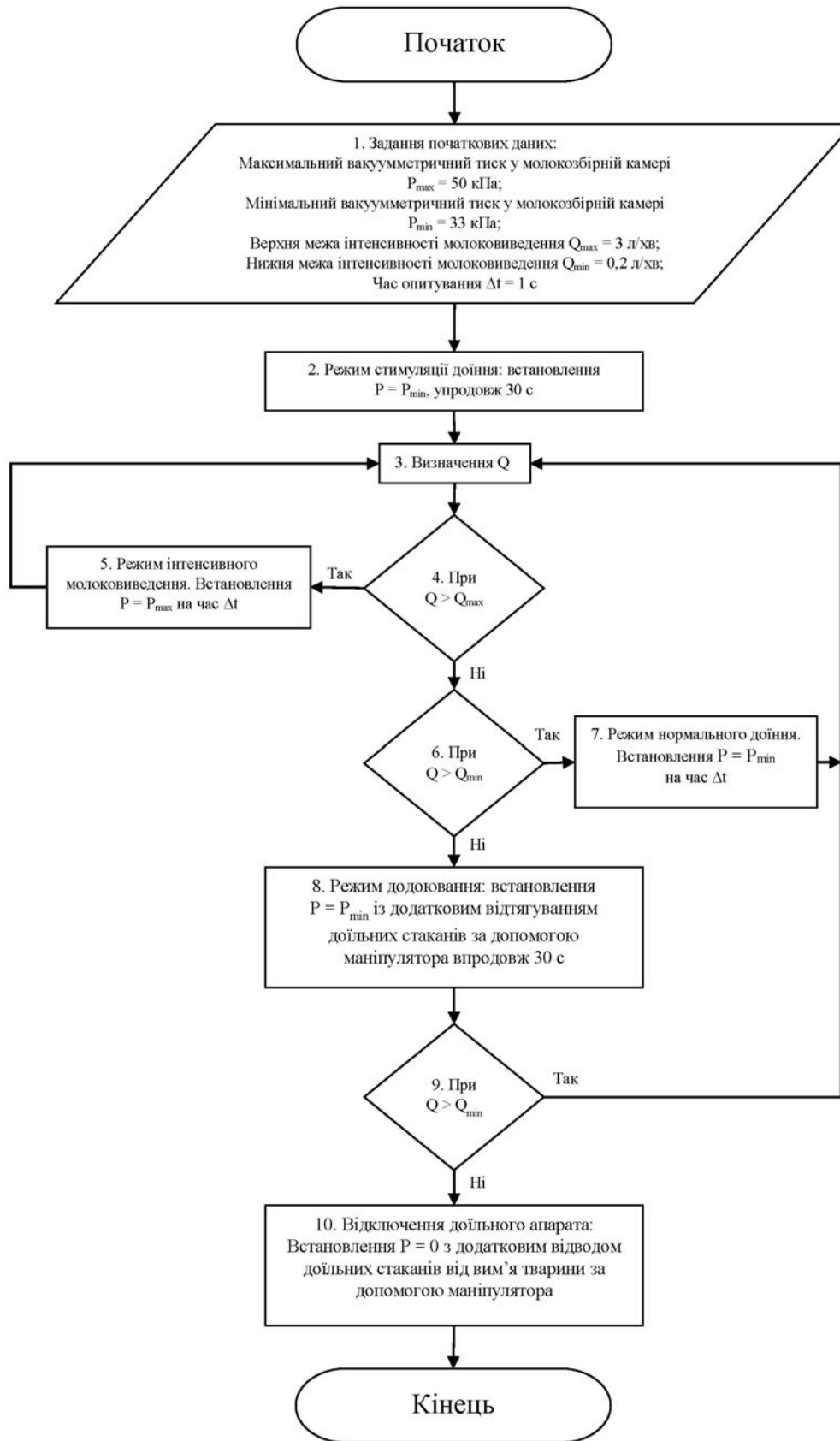
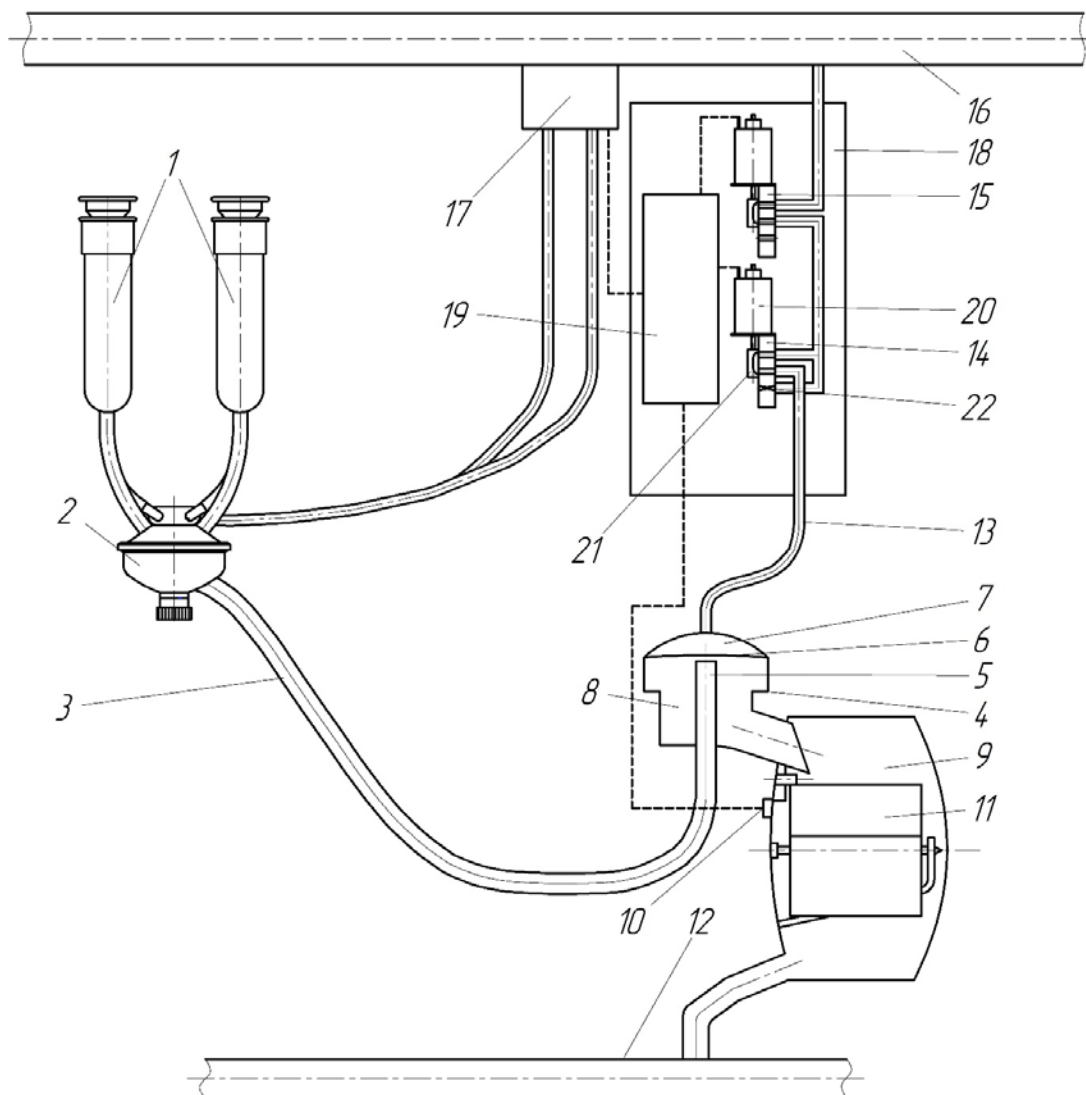


Рис. 1. Алгоритм роботи адаптивної доїльної апаратури з керованим вакууметричним тиском в молокозбірній камері колектора доїльного апарата

Fig. 1. Algorithm of the adaptive milking equipment operation with the managed of vacuum-pressure in the collector milk chamber of the milking machine

Даний алгоритм роботи можна використовувати на базі адаптивної доїльної апаратури з керованим вакуумметричним тиском у молокозбірній камері колектора, зображеної на рисунку 2 [9].



**Рис. 2.** Конструкційно-технологічна схема адаптивної доїльної апаратури з керованим вакуумметричним тиском:

1 – доїльні стакани; 2 – молокозбірна камера колектора; 3 – молокопровідний шланг доїльного апарата; 4 – регулятор вакуумметричного тиску мембранного типу; 5 – патрубок регулятора вакуумметричного тиску мембранного типу; 6 – мембрана; 7 – камера управління; 8 – камера постійного тиску; 9 – лічильник молока; 10 – лічильний пристрій; 11 – лоток; 12 – молокопровід; 13 – вакуум-провідний шланг; 14 – двохпозиційний клапан переключення вакуумметричного тиску; 15 – двохпозиційний клапан відключення доїльного апарата; 16 – вакуум-провід; 17 – пульсатор; 18 – блок управління; 19 – плата управління режимом роботи доїльної апаратури; 20 – соленоїд; 21 – повзунок двохпозиційного клапана; 22 – калібрований дроселюючий отвір

**Fig. 2.** Design and technological scheme of adaptive milking equipment with controlled vacuum-pressure:

1 – milking cups; 2 – milk collective collector chamber; 3 – milking hose of the milking machine; 4 – membrane-type vacuum regulator; 5 – branch pipe of the vacuum regulator of the membrane type; 6 – membrane; 7 – control camera; 8 – chamber constant vacuum-pressure; 9 – milk counter; 10 – counting device; 11 – tray; 12 – milk line; 13 – vacuum hose; 14 – double-position valve for switching vacuum-pressure; 15 – two-position valve for switching off the milking machine; 16 – vacuum line; 17 – pulsator; 18 – control unit; 19 – control board for operating the milking equipment; 20 – solenoid; 21 – slider of the two-position valve; 22 – calibrated throttling hole

**Висновки.** Розроблені алгоритм роботи та конструкційно-технологічна схема адаптивної доїльної апаратури дозволять змінювати вакуумметричний тиск у молокозбірній камері колектора, автоматично виконувати машинне додоювання та знімання підвісної частини. Це призведе до: меншого впливу людського фактора, зменшення часу холостого доїння; підвищення повноти видоювання та зменшення захворюваності тварин на мастит. Подальші дослідження повинні бути спрямованими на перевірку розробленого технічного рішення у виробничих умовах.

### Бібліографія

1. Вальдман Э. К. Физиология машинного доения коров. Л.: Колос, 1977. 191 с.
2. Велиток И. Г. Физиология молокоотдачи при машинном доении. К.: Урожай, 1974. 128 с.
3. Ткач В. В. До питання взаємодії дійкової гуми та дійки у процесі машинного доїння корів. *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник*. Глеваха, 2011. Вип. № 5. С. 143–148.
4. Дмитрів І. В. Аналіз режимних характеристик доїльних апаратів при машинному доїнні корів. *Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Глеваха, 2013. Вип. 97. С. 576–581.
5. Вторый С. В., Вторый В. Ф. Алгоритм управления машинным доением коров: *Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства: теоретический и научно-практический журнал / ИАЭП*. 2018. Вып. № 1 (94). С. 134–143.
6. Карташов Л. П. Машинное доение коров. М.: Колос, 1982. 301 с.
7. УДЕ 00.000 РЭ. ВАТ «Брацлав»: Руководство по эксплуатации. 2006. 49 с.
8. Duovac 300. Руководство по использованию. ДеЛаваль, 2009. 44 с.
9. Афанасьев И. А. Обгрунтування конструкційно-технологічної схеми адаптивної доїльної апаратури на базі порційного лічильника вагового типу. *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник*. Глеваха, 2018. Вип. № 7 (106). С. 117–123.

### Bibliografia

1. Val'dman É. K. Fyzyolohyya mashynnoho doenyua korov. L.: Kolos, 1977. 191 s.
2. Velytok Y. H. Fyzyolohyya molokootdachy pry mashynnom doenyu. K.: Urozhay, 1974. 128 s.
3. Tkach V. V. Do pitannya vzayemodiyi diikovoyi gumi ta diiki u procesi mashynnoho doynnya koriv. *Mehanizaciya ta elektrifikaciya silskogo*

*gospodarstva: zagalnodержavnii zbirnik*. Glevaha, 2011. Vyp. № 5. S. 143–148.

4. Dmitriv I. V. Analiz rejimnih karakteristik doyl'nih aparativ pri mashinnomu doynni koriv. *Mehanizaciya ta elektrifikaciya silskogo gospodarstva: mijvidomchii tematichnii naukovii zbirnik*. Glevaha, 2013. Vyp. 97. S. 576–581.

5. Vtorii S. V., Vtorii V. F. Algoritm upravleniya mashinnim doeniem korov: *Tekhnologii i tekhnicheskiye sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produkcii rasteniyevodstva i zhivotnovodstva: teoreticheskiy i nauchno-prakticheskiy zhurnal*. IAEP. 2018. Vyp. 94. S. 134–143.

6. Kartashov L. P. Mashynnoe doenye korov. M.: Kolos, 1982. 301 s.

7. UDE 00.000 RE. VAT «Braclav»: Rukovodstvo po ekspluatatsii. 2006. 49 s.

8. Duovac 300. Rukovodstvo po ispolzovaniyu. DeLaval', 2009. 44 s.

9. Afanas'yev I. A. Obhruntuvannya konstrukciyno-tehnologichnoyi shemi adaptivnoyi doyl'noyi aparaturi na bazi porciinogo lichil'nika vagovogo tipu. *Mehanizaciya ta elektrifikaciya silskogo gospodarstva: zagalnodержavnii zbirnik*. Glevaha, 2018. Vyp. № 7 (106). S. 117–123.

### References

1. Waldman E. K. Physiology of machine milking of cows. L.: Kolos, 1977. 191 p.

2. Velitok I. G. Physiology of milk yield at machine milking. K.: Harvest, 1974. 128 p.

3. Tkach V. V. On the question of interaction between liner and teat during machine milking cows. *Mechanization and electrification of agriculture: a national collection*. Glevaha, 2011. Issue No. 5. Pp. 143–148.

4. . Dmitrov I. V. Analysis of regime characteristics of milking machines at machine milking cows. *Mechanization and electrification of agriculture: interagency thematic scientific collection*. Glevaha, 2013. Issue 97. Pp. 576–581.

5. Vtoroy S. V., Vtoroy V. F. Algorithm for the control of machine milking of cows: *Technologies and technical means of mechanized production of crop and livestock products: theoretical, scientific and practical journal*. IAEP. 2018. Vol. 94. Pp. 134–143.

6. Kartashov L. P. Machine milking of cows. M.: Kolos, 1982. 301 p.

7. UDE 00.000 RE. OAC “Bratslav”: Operation manuals. 2006. 49 p.

8. Duovac 300. Instructions for use. DeLaval, 2009. 44 p.

9. Afanasyev I. A. Justification of the design and technological scheme of the adaptive milking equipment on the basis of the portion meter of the weight type. *Mechanization and electrification of agriculture: a national collection*. Glevaha, 2018. Issue No. 7 (106). Pp. 117–123.