

Оптимізація структури та параметрів доїльної установки як системи масового обслуговування

Анотація. Виконане аналітичне дослідження системи масового обслуговування (СМО) типу «доїльна установка» методами теорії ймовірностей, зокрема теорії масового обслуговування. Встановлені структура і оптимальні параметри досліджуваної СМО. Доведено, що найвища ймовірність простоювання притаманна доїльними установкам типу «молокопровід», а найменша – при доїнні у спеціалізованих доїльних залах.

Ключові слова: різномітні доїльні установки, методи математичного моделювання.

Оптимизация структуры и параметров доильной установки как системы массового обслуживания В. А. БУРЛАКА, Г. П. ВОДЯНИЦКИЙ, А. В. МЕДВЕДСКИЙ (Житомирский национальный агроэкологический университет).

Аннотация. Проведено аналітичне дослідження системи масового обслуговування (СМО) типу «доїльна установка» методами теорії ймовірностей, в частині теорії масового обслуговування. Встановлені структура і оптимальні параметри досліджуваної СМО. Доказано, що найвища ймовірність простоювання притаманна доїльними установкам типу «молокопровід», а найменша – при доїнні в спеціалізованих доїльних залах.

Ключевые слова: различные доильные установки, методы математического моделирования.

Optimization of structure and parameters of milking machines as queuing system. V. A. BURLAKA, G. P. VODYANITSKY, A. V. MEDVEDSKY

Abstract. Analytical studies queuing system (QS) of the “milking machine” methods of probability theory, in particular queuing theory. The structure and the optimum parameters studied QS. It is proved that the highest probability of downtime inherent milking machines such as “milk line”, and the lowest - in specialized milking parlors. Moreover, the presence of queues inherent in mobile milking machines with a milking machine, and the installation of the “milk line” not have this drawback. The research results can be used in the design and operation of milking machines.

Key words: various dairy machines, methods of mathematical modelling



В.БУРЛАКА, докт. с.-г. наук

О.МЕДВЕДСЬКИЙ, Г.ВОДЯНИЦЬКИЙ

кандидати техн.наук

Житомирський національний агроекологічний університет

Доїння – складний трудомісткий нейрогуморальний процес, головна мета якого не лише швидко і повністю вивести молоко із молочної залози, але й створити сприятливі умови для подальшої його секреції та підвищення продуктивності тварини.

Ефективність доїння залежить від багатьох факторів, зокрема: типу доїльної установки, наявності

Показники СМО «доїльна установка»

Показник	Марка та тип доїльної установки								
	УИД-10	УДБ-100	УДМ-100	МВС-12	УДА-8	УДА-16	Карусель	Паралель	УДЛ-12
Середня кількість потоку заявок (λ), корів/год	5,3	66,7	66,7	133,3	133,3	133,3	146,7	120	100
Інтенсивність потоку обслуговування (μ), корів/год	8	68	75	75	65	70	100	100	60
Показник навантаження на один канал (ψ), канал ⁻¹	0,66	0,12	0,15	0,15	0,22	0,12	0,12	0,10	0,14
Ймовірність простоювання системи (P_0)	0,34	0,375	0,411	0,169	0,175	0,149	0,231	0,301	0,189
Середнє число зайнятих каналів (N_ζ)	0,660	0,981	0,889	1,777	1,743	1,904	1,467	1,200	1,667
Середня кількість заявок у черзі (N_ϵ)	1,216	10^{-6}	6×10^{-5}	4×10^{-6}	10^{-4}	7×10^{-6}	10^{-6}	0	2×10^{-6}
Середня тривалість обслуговування заявки (T_ζ)	0,355	0,014	0,133	0,013	0,015	0,014	0,010	0,010	0,017
Ймовірність утворення черги ($P_{оч}$)	0,656	10^{-5}	3×10^{-4}	2×10^{-5}	5×10^{-4}	3×10^{-5}	3×10^{-6}	10^{-6}	10^{-5}
Коефіцієнт зайнятості каналів (K_ζ)	0,70	0,10	0,10	0,15	0,20	0,12	0,12	0,10	0,140
Фактична продуктивність СМО, гол./год	5	65	67	135	114	133	150	120	102
Оптимальна кількість каналів СМО	1	8	6	12	8	16	12	12	12

машинного стада корів, сформованості і чисельності технологічної групи тварин, організації роботи ферми тощо.

Процес доїння машинного стада залежно від типу доїльної установки потребує від 28-30 до 42-45% затрат праці всього виробництва.

Позитивним у підвищенні продуктивності та зниженні трудозатратності обраної господарством системи доїння є варіювання кратністю доїння стада корів. Так, при зміні кратності доїння – перехід від 3-х кратного на 2-х кратне, підвищується продуктивність доїльної установки на 25-28%, а в цілому по галузі маємо приріст на 10-12%. Але, при цьому знижується продуктивність

тварин, особливо жорстко на це реагують високопродуктивні корови. Відомо, у випадку середньодобових надоїв 10-15 кг/гол. зниження становить 5-7%, а при середньодобових надоях на рівні 25-30 кг/гол. – 20-24%. Переведення на 2-х кратне доїння доцільне для корів з великою місткістю вим'я та з високою товарністю молочного господарства. Але оптимальним залишається 3-х кратне доїння з точки зору максимального наближення до фізіології корови.

Викладені вище обмежуючі умови накладають відбиток на забезпечення основної умови інтенсивного виробництва молока – потоковість технологічного процесу машинного доїння корів.

Метою досліджень є вивчення змінних у часі стохастичних процесів різнотипних доїльних установок.

Завданням досліджень є встановлення закономірності впливу обмежуючих умов технології машинного доїння корів на реалізацію умови потоковості.

Методика досліджень ґрунтується на використанні методів математичного моделювання з використанням системи масового обслуговування (СМО).

Результати досліджень

Ефективність доїльної установки, її продуктивність та затрати праці на реалізацію процесу машинного доїння визначається наявною структурою та конструктивно-технологічними параметрами. Складність оцінки доїльної установки як технологічної системи полягає в тому, що її функціонування має стохастичну природу. Тому доїльну установку найбільш доцільно описати як модель СМО з подальшою оптимізацією її параметрів та структури.

При багатоканальних СМО і при наявній черзі, мають місце витрати внаслідок очікування у черзі. Суперечність у вирішенні даного технологічного завдання полягає в тому, що чим більше каналів СМО, а отже, менша черга, тим нижчі втрати продукції. Але при цьому простоюють і нераціонально використовуються канали СМО, тобто, маємо більші капітальні затрати на СМО. І, навпаки, чим менше каналів і менші затрати на СМО, тим більші втрати молока через великі черги. Таким чином, **має бути оптимальне співвідношення між кількістю каналів СМО і кількістю заявок на обслуговування та часом очікування у черзі.**

Математична модель СМО включає наступні складові: вхідний потік заявок на обслуговування, черга заявок, що очікують обслуговування, система обслуговування, вихідні потоки обслужених або втрачених заявок, характеристики якості системи, механізм (дисципліна) обслуговування, урахування яких дасть змогу оптимально врегулювати процес експлуатації установок та доїння в цілому.

При дослідженні СМО можна вирішувати такі завдання: аналіз СМО, що передбачає визначення характеристик якості обслуговування, залежно від параметрів і властивостей вхідного потоку вимог, параметрів структури системи обслуговування та дисципліни обслуговування; параметричного синтезу, який передбачає визначення параметрів СМО при заданій структурі, відповідно до параметрів і властивостей потоку вимог, дисципліни та якості обслуговування; синтезу структури СМО з оптимізацією її параметрів таким чином, щоб при заданих потоках, дисципліні і якості обслуговування, затрати на СМО були мінімальними або були мінімальними втрати замовлень при заданих потоках, дисципліні та вартості системи. Отже, в нашому випадку СМО актуальною

є задача параметричного синтезу доїльної установки.

Дане завдання може бути вирішено з урахуванням показників ефективності СМО, яку ми досліджуємо.

Одержані у процесі здійснення авторами експериментальної частини дослідження результати власних обчислень зведені у табл.

Показники середньої щільності потоку заявки (λ) та інтенсивність потоку обслуговування (μ) беремо на підставі статистичної обробки даних виробничої експлуатації доїльних установок.

Розрахунковий показник навантаження на канал (ψ) засвідчує, що ступінь вихідних та вхідних потоків є узгодженими і СМО в цілому, є стійкими.

Дані ймовірності того, що обслуговуванням зайнято k каналів свідчать, що при $k > 3$ $P_{\text{обс}} \leq 0,05$, а при $k = n$, $P_{\text{обс}} \leq 2,8 \times 10^{-4}$ і менше. Це вказує на те, що обслуговуванням зайнято 2-3 канали.

Ймовірність простоювання каналів доїльної установки змінюється в межах 14,9-41,1%, при цьому максимальне значення має доїльна установка УДМ-100 $t_{\text{пр}} = 24,66$ хв, а мінімальне – УДА-16 $t_{\text{пр}} = 8,94$ хв. протягом кожної години роботи. Всі інші доїльні установки мають проміжне значення.

Оцінка вірогідності відмови обслуговування будь-яким каналом $P_v = 0$, тобто всі заявки обслуговуються, а відносна пропускна здатність установок сягає 100%, тобто всі заявки будуть виконані. Допустимий рівень обслуговування має бути вищим за 90%, відповідно до зоотехнічних вимог. У зв'язку з тим, що відносна пропускна здатність $Q=1$ у всіх установок, їх абсолютна пропускна здатність буде дорівнювати середній щільності потоку заявок ($A=\lambda$).

Середня кількість зайнятих обслуговуванням каналів (доїльних апаратів) мінімальна для УИД-10, $N = 0,66$, а максимальна для УДА-16, $N = 1,904$. Середня кількість заявок у черзі менша для УИД-10 становить $N_e = 1,216$ при $P_{\text{оч}} = 0,656$, а для всіх інших $N_e = 0$.

Висновки та перспективи подальших досліджень
Оскільки всі доїльні установки не мають черги, за винятком УИД-10 ($N=1,887$), то середня кількість заявок у СМО збігається з кількістю заявок, що обслуговуються. Середня тривалість обслуговування заявок для установок типу «Карусель» та «Паралель» найменша і становить $T_c = 0,6$ хв, а максимальна для УИД-10, $T_c = 21,3$ хв. Для всіх інших дане значення знаходиться в межах $T_c = 0,9-7,98$ хв (див. табл.).

Найбільш зайнятою є доїльна установка УИД-10 $K_3 = 0,70$, а найменш - установка типу «Паралель», УДБ-100 та УДМ-100, $K_3 = 0,10$. Всі інші лінії мають проміжне значення.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Виробництво основних видів продукції тваринництва у 2014 році: [Електронний ресурс] // Державний комітет статистики України. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.*

2. **Новиков О. А., Петухов С. И.** Прикладные вопросы теории массового обслуживания. – М.: Советское радио, 1969. – 400 с.
3. **Савран В. П.** Зоотехнические основы совершенствования технологии и автоматизации

доения коров на фермах промышленного типа: Автореф. дис. на соискание степени доктора с.-х. наук . – К.: УСХА, 1991. – 48 с.

4. **Сологуб Д. И.** Автомобильные технологические перевозки. – Вища школа, 1973. – 176 с.