

11. Tsoy Yu.A., Kirsanov V.V., Pavkin D.Yu. Razrabotki shchetchika individual'nykh nadoyev moloka, udovletvoryayushhego trebovaniyam mezhdunarodnoy organizatsii ICAR [Development of an individual milk yield counter that meets the requirements of the International organization ICAR]. *Tehnika i oborudovanie dlya sela*, 2015; 7: 21-23. (In Rus.)

Критерии авторства

Кирсанов В.В., Павкин Д.Ю., Рузин С.С., Тарасова Е.И. выполнили теоретические исследования, на основании полученных результатов провели обобщение и написали рукопись. Кирсанов В.В., Павкин Д.Ю., Рузин С.С., Тарасова Е.И. имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила 08.05.2020

Опубликована 31.08.2020

Contribution

V.V. Kirsanov, D. Yu. Pavkin, S.S. Ruzin, Ye.I. Tarasova performed theoretical studies, and based on the results obtained, generalized the results and wrote a manuscript. V.V. Kirsanov, D. Yu. Pavkin, S.S. Ruzin, Ye.I. Tarasova have equal author's rights and bearequal responsibility for plagiarism.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this paper.

The paper was received on May 8, 2020

Published 31.08.2020

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ АПК / FARM MACHINERY AND TECHNOLOGIES

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL PAPER

УДК 330:636.084.74

DOI: 10.26897/2687-1149-2020-4-20-25

НАСТРОЙКА АВТОМАТИЧЕСКОГО КОРМОВОГО ВАГОНА НА ЗАДАННУЮ НОРМУ ВЫДАЧИ

КУПРЕЕНКО АЛЕКСЕЙ ИВАНОВИЧ, докт. техн. наук, доцент

E-mail: kupreenkoai@mail.ru

ИСАЕВ ХАФИЗ МУБАРИЗ-ОГЛЫ, канд. экон. наук, доцент

E-mail: haf-is@mail.ru

МИХАЙЛИЧЕНКО СТАНИСЛАВ МИХАЙЛОВИЧ, ассистент

E-mail: S.M. Mikhailichenko@yandex.ru

Брянский государственный аграрный университет; 243365, Российская Федерация, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская, 2а

Для реализации технологии кормления КРС полнорационными кормосмесями применяются автоматические системы кормления, функцию раздачи в которых, как правило, выполняет кормовой вагон. Опыт эксплуатации данных устройств в КФХ «Лопотов А.Н.» Псковской области показал, что кормовые вагоны в автоматическом режиме работы практически не используются из-за неравномерного поедания кормосмеси животными по фронту кормления. В связи с этим предложена конструкция автоматического кормового вагона с системой контроля остатков кормосмеси на кормовом столе, обеспечивающей выдачу заданной нормы кормосмеси. Целью исследования являлась разработка методики, позволяющей осуществить настройку автоматического кормового вагона на заданную норму выдачи кормосмеси. Норма выдачи регулируется изменением скорости движения продольного транспортёра при помощи частотного преобразователя. С целью упрощения расчётов предложен параметр «фронт кормления, вдоль которого вся кормосмесь равномерно выдаётся из бункера кормового вагона». Получена зависимость данного параметра от частоты тока электропривода продольного транспортёра. Согласно разработанной методике установка требуемой частоты тока должна осуществляться в автоматическом режиме. При составлении программы кормления оператор для известного фронта кормления вводит только соответствующее значение предложенного параметра «фронт кормления...», а блок управления автоматически устанавливает необходимую частоту тока, обеспечивая тем самым требуемую норму выдачи.

Ключевые слова: кормление КРС, норма выдачи корма, автоматический кормовой вагон, частотный преобразователь.

Формат цитирования: Купреенко А.И., Исаев Х.М., Михайличенко С.М. Настройка автоматического кормового вагона на заданную норму выдачи // Агроинженерия. 2020. № 4 (98). С. 20-25. DOI: 10.26897/2687-1149-2020-4-20-25.

ADJUSTING THE AUTOMATIC FEED WAGON TO THE SELECTED FEEDING RATE

ALEKSEI I. KUPREYENKO, DSc (Eng), Associate Professor

E-mail: kupreenkoai@mail.ru

KHAFIZ M. ISAYEV, PhD (Econ), Associate Professor,

E-mail: haf-is@mail.ru

STANISLAV M. MIKHAYLICHENKO, Assistant Professor

E-mail: S.M. Mikhailichenko@yandex.ru

Bryansk State Agrarian University; 243365, Sovetskaya Str., 2a, Bryansk region, Vygonichi district, Kokino, Russian Federation

To implement the technology of feeding cattle with total mixed rations, use is made of automatic feeding systems. Their distribution function is typically performed by an automatic feed wagon. The experience of operating these devices obtained by the "Lopotov A.N." farm located in the Pskov region has shown that, due to the uneven consumption of feed mixtures by animals along the feeding space, automatic feed wagons are almost not used in automatic operation mode. For this reason the design has been proposed of an automatic feed wagon with the system for estimating an amount of feed surpluses on the feeding table, which provides the distribution of a selected feeding rate. The aim of the study is to develop a methodology that allows the automatic feed wagon to be set to a selected feeding rate. The paper presents the design of the automatic feed wagon, the feeding rate of which is regulated by changing the speed of the longitudinal conveyor by means of a frequency converter. The authors propose a method of determining the maximum speed of the longitudinal conveyor to ensure the maximum feeding rate. In order to simplify the calculations the parameter of "a feeding space, along which the whole feed mixture is uniformly distributed from the automatic feed wagon hopper" has been introduced. The authors have obtained a relationship between this parameter and the current frequency of the electric drive of the longitudinal conveyor. According to the developed method, the required current frequency should be set in an automatic mode. When a feeding program is made, the operator only is to input the corresponding value of the proposed parameter of "a feeding space..." for a known length of the feeding space, and the control block automatically sets the required current frequency, thereby ensuring the required feeding rate.

Key words: cattle feeding, feeding rate, automatic feed wagon, frequency converter.

For citation: Kupreenko A.I., Isayev Kh.M., Mikhailichenko S.M. Adjusting the automatic feed wagon to the selected feeding rate // *Agricultural Engineering*, 2020; 4 (98): 20-25. (In Rus.). DOI: 10.26897/2687-1149-2020-4-20-25.

Введение. Для реализации технологии кормления КРС полнорационными кормосмесями применяются автоматические системы кормления (АСК), функцию раздачи в которых, как правило, выполняет подвесной кормовой вагон [1]. По оценкам зарубежных ученых, в 2015 г. по всему миру работало более 1250 таких систем [2]. По сравнению с распространённой технологией на базе мобильных кормоцехов использование АСК позволяет добиться целого ряда преимуществ, к которым можно отнести более эффективное использование площадей коровников [3], снижение трудозатрат и суммарного уровня энергопотребления [4], повышение точности кормления стада с учётом его деления на технологические группы [5], возможность повышения кратности кормления [6].

Опыт эксплуатации кормовых вагонов в КФХ «Лопотов А.Н.» Псковской области показал, что из-за неравномерного поедания кормосмеси животными по длине кормового стола данные устройства в автоматическом режиме работы практически не используются [7]. В связи с этим была предложена конструкция автоматического кормового вагона с системой контроля остатков кормосмеси на кормовом столе, который можно настроить на любую норму выдачи в требуемом диапазоне.

Цель исследования – разработка методики, позволяющей осуществить настройку автоматического кормового вагона на заданную норму выдачи.

Материал и методы. Известна технологическая линия приготовления и раздачи кормосме-

сей (пат. № 2701966 РФ) [8] на базе автоматического кормового вагона (рис. 1), оснащённого системой автоматического изменения нормы выдачи кормосмеси в зависимости от наличия её остатков на кормовом столе или в кормушке (пат. № 187639 РФ, пат. № 192443 РФ). Норма выдачи регулируется скоростью движения продольного транспортёра, которая, в свою очередь, задаётся частотным преобразователем. При этом скорость кормового вагона во время раздачи остаётся постоянной.

Поскольку частотный преобразователь позволяет установить любую скорость движения продольного транспортёра (от 0 м/с до максимального значения при частоте тока $\nu = 50$ Гц), определяющую максимально возможную норму выдачи в расчёте на одну голову, то при проектировании автоматического кормового вагона возникает вопрос о нахождении данной скорости.

Результаты и обсуждение. Ранее была предложена формула для определения скорости движения продольного транспортёра ($V_{\text{прод}}$, м/с) [9]:

$$V_{\text{прод}} = \frac{m_{\text{гол}} \cdot A \cdot V_{\text{кв}}}{M_{\text{к}} \cdot l_{\text{к}}}, \quad (1)$$

где $m_{\text{гол}}$ – разовая норма выдачи кормосмеси на одну голову, кг/гол; A – длина слоя кормосмеси в бункере кормового вагона, м; $V_{\text{кв}}$ – скорость кормового вагона при раздаче, м/с; $M_{\text{к}}$ – масса кормосмеси в бункере кормового вагона, кг; $l_{\text{к}}$ – ширина одного кормоместа, м/гол.

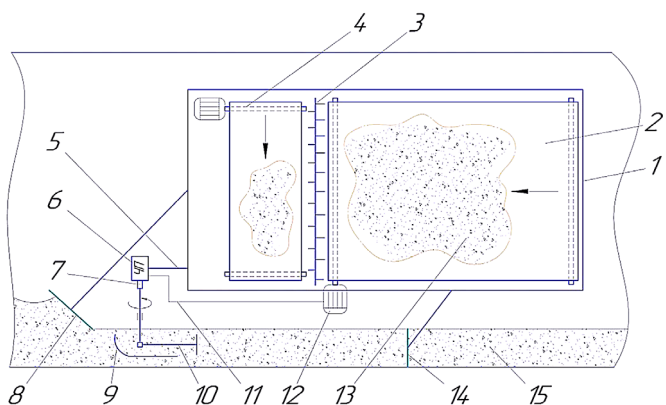


Рис. 1. Автоматический кормовой вагон (вид сверху):

- 1 – бункер; 2 – продольный транспортёр;
- 3 – битерный механизм; 4 – поперечный транспортёр;
- 5 – раздвижная штанга; 6 – частотный преобразователь (ЧП);
- 7 – ручка регулятора ЧП; 8 – подталкиватель;
- 9 – предохранительный щиток;
- 10 – раздвижной поворотный копир;
- 11 – провод электропитания; 12 – электродвигатель;
- 13 – кормосмесь; 14 – разравниватель;
- 15 – кормовой стол (кормушка)

Fig. 1. Automatic feed wagon (top view):

- 1 – a hopper; 2 – a longitudinal conveyor;
- 3 – a beater mechanism; 4 – a cross conveyor;
- 5 – a telescopic rod; 6 – a frequency converter (FC);
- 7 – a FC regulation mechanism; 8 – a feed pusher;
- 9 – a safety guard; 10 – a telescopic swivel copier;
- 11 – electric wires; 12 – an electric motor; 13 – a feed mixture;
- 14 – a feed leveler; 15 – a feed table (manger)

Для определения максимальной скорости движения продольного транспортёра, при которой достигается максимальная норма выдачи кормосмеси кормовым вагоном, задаёмся условиями: $m_{\text{гол}} = 30$ кг/гол, $l_k = 0,5$ м/гол, $\rho_{\text{корм}} = 200$ кг/м³ (при этом $M_k = 500$ кг для кормового вагона объёмом $v_{\text{кв}} = 2,5$ м³), $V_{\text{кв}} = 0,139$ м/с (0,5 км/ч), $A = 1,85$ м

(значение взято из технической характеристики кормового вагона DeLaval RA135 объёмом 2,5 м³).

Подставляя данные в формулу (1), получаем значение максимальной скорости движения продольного транспортёра 0,031 м/с при частоте тока $\nu = 50$ Гц. Уменьшение этой скорости и, соответственно, нормы выдачи обеспечивается понижением частоты тока.

Поскольку учесть влияние различных параметров (разовая норма выдачи кормосмеси на одну голову, ширина одного кормоместа, плотность и объём загруженной кормосмеси) на выбор скорости продольного транспортёра, необходимой для обеспечения той или иной нормы выдачи кормосмеси кормовым вагоном, затруднительно, авторами предложена формула [10]:

$$L_{100} = V_{\text{кв}} \cdot t_{\text{выг}}, \quad (2)$$

где L_{100} – фронт кормления, вдоль которого вся кормосмесь равномерно выдаётся из бункера кормового вагона, м; $t_{\text{выг}}$ – время выгрузки всей кормосмеси из кормового вагона при установленной скорости движения продольного транспортёра, с.

Использование данной формулы упрощает задачу по определению необходимой скорости движения продольного транспортёра, обеспечивающей выгрузку всей находящейся в кормовом вагоне кормосмеси вдоль требуемого фронта кормления. При значениях $V_{\text{кв}} = 0,139$ м/с, $A = 1,85$ м и $V_{\text{прод}} = 0,031$ м/с получаем, что за время $t_{\text{выг}} = 1,85 / 0,031 = 59,7$ с выгрузка всей кормосмеси из кормового вагона осуществляется вдоль фронта кормления $L_{100} = 8,3$ м. Таким образом, для расчётной максимальной скорости движения продольного транспортёра мы определяем минимальную протяжённость фронта кормления, вдоль которого может быть выдан весь объём кормосмеси, находящейся в бункере кормового вагона. Остальные значения параметра L_{100} выбираются, например, с шагом в 0,5 метра (табл. 1). Использование таблицы позволяет согласовать требуемую норму выдачи и частоту тока ν .

Таблица 1

Зависимость фронта кормления L_{100} от частоты тока привода продольного транспортёра ν

Table 1

Relation between the feeding front L_{100} and current frequency of the longitudinal conveyor drive ν

Частота тока, ν , Гц Current frequency, Hz	Скорость движения продольного транспортёра, $V_{\text{прод}}$, м/с Travel speed of the longitudinal conveyor, m/s	Время выгрузки всей кормосмеси из кормового вагона $t_{\text{выг}}$, с Time of unloading the full amount of feed mixture from the feed wagon, s	Фронт кормления, L_{100} , м Feeding space, m
$\nu_1 = 50$	0,0310	59,7	8,3
ν_2	0,0302	61,2	8,5
ν_3	0,0286	64,7	9
ν_4	0,0271	68,3	9,5
...

Рассмотрим наиболее простой и часто встречающийся на практике вариант работы кормового вагона, когда весь объём кормосмеси выдаётся вдоль фронта кормления известной протяжённостью L .

Вариант 1. Например, группе животных, размещённых вдоль фронта кормления длиной $L = 8,3$ м, требуется раздать

весь объём кормосмеси известной массы, находящейся в бункере кормового вагона. Для этого по таблице 1 устанавливаем частоту тока, соответствующую значению параметра $L_{100} = 8,3$ м. Чтобы вдоль фронта кормления $L = 8,3$ м раздать 50% кормосмеси, необходимо установить частоту тока, соответствующую значению параметра $L_{100} = 8,3 \cdot 100 / 50 = 16,6$ м.

Для возможности заполнения данной таблицы необходимо получить зависимость частоты тока от скорости движения продольного транспортёра.

Учитывая, что частота тока прямо пропорциональна частоте вращения асинхронного трехфазного электродвигателя и, следовательно, скорости движения продольного транспортёра, то имеет место линейная зависимость. Таким образом, определив скорость продольного транспортёра при одной частоте тока,

можно получить необходимые значения данной скорости при любой другой частоте (для первой точки $V_{\text{прод}} = 0$ и $v = 0$).

В ходе лабораторных испытаний системы автоматического изменения нормы выдачи кормосмеси кормовым вагоном были получены значения $V_{\text{прод}}$ (табл. 2, рис. 2) [11]. При этом параметр $V_{\text{прод}}$ определялся как отношение полезной длины выгрузного транспортёра (1,15 м) к зафиксированному времени $t_{\text{выг}}$.

Таблица 2

Зависимость частоты тока от скорости движения продольного транспортёра (экспериментальные данные)

Table 2

Relation between current frequency and the speed of longitudinal conveyor (experimental data)

Частота тока, ν , Гц <i>Current frequency, Hz</i>	Время выгрузки всей кормосмеси из кормового вагона $t_{\text{выг}}$, с <i>Time of unloading the full amount of feed mixture from the feed wagon, s</i>	Скорость движения продольного транспортёра, $V_{\text{прод}}$, м/с <i>Travel speed of the longitudinal conveyor, m/s</i>	$k = \nu / V_{\text{прод}}$
50	5,6	0,205	243,902
48,5	5,8	0,198	244,949
38,7	7,3	0,157	246,497
28	10,1	0,114	245,614
17	16,6	0,069	246,377
			$k_{\text{ср}} = 245,468$

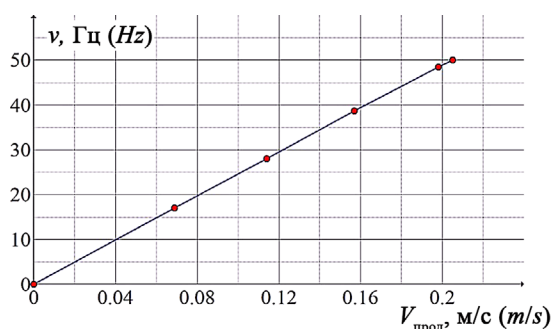


Рис. 2. Зависимость частоты тока от скорости движения продольного транспортёра (экспериментальные данные)

Fig. 2. Relation between current frequency and the speed of longitudinal conveyor (experimental data)

По полученным значениям (табл. 2 и рис. 2) определяем функцию линейной зависимости скорости движения продольного транспортёра от частоты тока: $V_{\text{прод}} = \nu / 245,468$. В общем виде данная функция имеет вид: $\nu = k \cdot V_{\text{прод}}$, где k – угловой коэффициент, который будет зависеть от конкретной реализованной приводной системы продольного транспортёра.

Учитывая, что $V_{\text{прод}} = \nu / k$, $t_{\text{выг}} = A / V_{\text{прод}}$, по формуле (2) находим искомую зависимость фронта кормления L_{100} от частоты тока ν :

$$L_{100} = \frac{V_{\text{кв}} \cdot A \cdot k}{\nu} \quad (3)$$

Таким образом, чтобы установить требуемую норму выдачи кормосмеси кормовым вагоном, необходимо:

1) по формуле (1) определить максимальную скорость движения продольного транспортёра, соответствующую максимальной норме выдачи;

2) экспериментальным путём на рабочем образце установить зависимость скорости движения продольного транспортёра от частоты тока, определить значение углового коэффициента k ;

3) зная протяжённость фронта кормления L , вдоль которого вся кормосмесь известной массы должна быть выдана из бункера кормового вагона, определить необходимую частоту тока привода продольного транспортёра (в данном случае $L_{100} = L$) по формуле (3).

Установка требуемой частоты тока в кормовом вагоне должна осуществляться в автоматическом режиме. При составлении программы кормления оператор для фронта кормления протяжённостью L вводит лишь соответствующее значение параметра L_{100} , а блок управления автоматически устанавливает необходимую частоту тока на частотном преобразователе, обеспечивая тем самым требуемую норму выдачи.

Можно встретить варианты работы кормового вагона, осуществляющие раздачу за один рабочий цикл (за одну загрузку) [10]:

Вариант 2 – раздача кормосмеси нескольким группам при одинаковой норме выдачи. В этом случае необходимо определить суммарный фронт кормления $L_{\text{сум}} = L_1 + L_2 + \dots + L_i$, вдоль которого размещены эти группы животных, а затем при составлении программы кормления для каждой из групп выбрать значение частоты тока, соответствующее значению $L_{100} = L_{\text{сум}}$.

Вариант 3 – раздача кормосмеси нескольким группам животных при разной норме выдачи. В этом случае при определении параметра L_{100} (м) для каждой из групп необходимо воспользоваться формулой:

$$L_{100} = L_{x\%} \frac{100\%}{x\%}, \quad (4)$$

где $L_{x\%}$ – фронт кормления длиной L_i , вдоль которого необходимо раздать i -ой группе животных x процентов от всего

объёма кормосмеси в кормовом вагоне, м; $x\%$ – процент кормосмеси от всего её объёма в кормовом вагоне, который выдаётся i -ой группе животных, размещённой вдоль фронта кормления протяжённостью $L_i, \%$.

Например, чтобы выдать 28% кормосмеси из кормового вагона вдоль фронта кормления $L_{28\%} = 18$ м, необходимо:

1. По формуле (4) определить соответствующее значение параметра L_{100} .

2. По формуле (3) определить значение частоты тока, соответствующего значению $L_{100} = 64,3$ м (для данного примера).

3. При составлении программы кормления вдоль фронта кормления $L_{28\%} = 18$ м установить вычисленную частоту тока привода продольного транспортёра.

Библиографический список

- Oberschätzl R., Haidn B., Neiber J., Nesper S. Automatic Feeding Systems for Cattle – A Study of the Energy Consumption of the Techniques, Proc. of XXXVI CIOSTA CIGR V Conference, Saint Petersburg, 2015, pp. 1-9.
- Tangorra F.M., Calcante A. Energy Consumption and Technical-Economic Analysis of an Automatic Feeding System for Dairy Farms: Results from a Field Test, Journal of Agricultural Engineering, 2018, No 4(49), pp. 228-232, DOI:10.4081/jae.2018.869.
- Da Borso F., Chiumenti A., Sigura M., Pezzuolo A. Influence of Automatic Feeding Systems on Design and Management of Dairy Farms, Journal of Agricultural Engineering, 2017, No 1s(48), pp. 48-52, DOI: 10.4081/jae.2017.642.
- Pezzuolo A., Chiumenti A., Sartori L., Da Borso F. Automatic Feeding Systems: Evaluation of Energy Consumption and Labour Requirement in North-East Italy Dairy Farm, Engineering for Rural Development, 2016, No 15, pp. 882-887.
- Grothmann A., Nydegger F., Häußermann A., Hartung E. Automatic Feeding System (AFS) – Potential for Optimisation in Dairy Farming, Landtechnik, 2010, No 2 (65), pp. 129-131.
- Mattachini G., Pompe J., Finzi A., Tullo E., Riva E., Provo G. Effects of Feeding Frequency on the Lying Behavior of Dairy Cows in a Loose Housing with Automatic Feeding and Milking System, Animals, 2019, No 9, article 121, DOI:10.3390/ani9040121.
- Купреенко А.И., Исаев Х.М., Михайличенко С.М. Эксплуатация автоматического кормовагона на молочной ферме // Сельский механизатор. 2018. № 6. С. 32-33, 40.
- Купреенко А.И., Исаев Х.М., Михайличенко С.М. Технологическая линия приготовления и раздачи кормосмесей на базе автоматического кормового вагона // Сельский механизатор. 2020. № 1. С. 14-15.
- Купреенко А.И., Исаев Х.М., Михайличенко С.М. К обоснованию конструктивно-технологических параметров кормового вагона // Вестник РГАТУ им. П.А. Костычева. 2019. № 3(43). С. 148-153.
- Купреенко А.И., Исаев С.Х., Михайличенко С.М. Выбор режима работы автоматического кормовагона типа DeLaval RA135 // Конструирование, использование и надёжность машин сельскохозяйственного назначения: сборник научных работ. Брянск. 2018. С. 10-17.
- Купреенко А.И., Исаев Х.М., Михайличенко С.М. Испытания системы автоматического изменения нормы выдачи корма кормовым вагоном // Вестник ВНИИМЖ. 2019. № 4(36). С. 57-63.

Выводы

Использование предложенной методики позволяет настроить автоматический кормовой вагон на заданную норму выдачи кормосмеси для отдельных групп животных, разделённых по физиологическим признакам, показателям продуктивности и др. Регулирование нормы выдачи осуществляется за счёт изменения частоты тока электропривода продольного транспортёра, определяемой по данной методике и учитываемой при составлении программы кормления. В качестве определяющих параметров выбраны протяжённость фронта кормления, вдоль которого выдаётся кормосмесь, и время выгрузки всей кормосмеси из кормового вагона, напрямую зависящее от скорости движения продольного транспортёра.

References

- Oberschätzl R., Haidn B., Neiber J., Nesper S. Automatic Feeding Systems for Cattle – A Study of the Energy Consumption of the Techniques, Proc. of XXXVI CIOSTA CIGR V Conference, Saint Petersburg, 2015: 1-9. (In English)
- Tangorra F.M., Calcante A. Energy Consumption and Technical-Economic Analysis of an Automatic Feeding System for Dairy Farms: Results from a Field Test, Journal of Agricultural Engineering, 2018; 4(49): 228-232, DOI:10.4081/jae.2018.869. (In English)
- Da Borso F., Chiumenti A., Sigura M., Pezzuolo A. Influence of Automatic Feeding Systems on Design and Management of Dairy Farms, Journal of Agricultural Engineering, 2017; 1s(48): 48-52, DOI: 10.4081/jae.2017.642. (In English)
- Pezzuolo A., Chiumenti A., Sartori L., Da Borso F. Automatic Feeding Systems: Evaluation of Energy Consumption and Labour Requirement in North-East Italy Dairy Farm, Engineering for Rural Development, 2016; 15: 882-887. (In English)
- Grothmann A., Nydegger F., Häußermann A., Hartung E. Automatic Feeding System (AFS) – Potential for Optimisation in Dairy Farming, Landtechnik, 2010; 2 (65): 129-131. (In English)
- Mattachini G., Pompe J., Finzi A., Tullo E., Riva E., Provo G. Effects of Feeding Frequency on the Lying Behavior of Dairy Cows in a Loose Housing with Automatic Feeding and Milking System, Animals, 2019; 9; 121, DOI:10.3390/ani9040121. (In English)
- Kupreyenko A.I., Isayev Kh.M., Mikhaylichenko S.M. Eksploatatsiya avtomaticheskogo kormovagona na molochnoy ferme [Use of automatic feed wagon on a dairy farm]. Sel'skiy mekhanizator, 2018; 6: 32-33, 40. (In Rus.)
- Kupreyenko A.I., Isayev Kh.M., Mikhaylichenko S.M. Tekhnologicheskaya liniya prigotovleniya i razdachi kormosmesey na baze avtomaticheskogo kormovogo vagona [Production line for preparation and distribution total mixed rations on the basis of an automatic feed wagon]. Sel'skiy mekhanizator, 2020; 1: 14-15. (In Rus.)
- Kupreyenko A.I., Isayev Kh.M., Mikhaylichenko S.M. K obosnovaniyu konstruktivno-tekhnologicheskikh parametrov kormovogo vagona [Rationale for design and technological parameters of an automatic feed wagon]. Vestnik RGATU im. P.A. Kostycheva, 2019; 3(43): 148-153. (In Rus.)
- Kupreyenko A.I., Isayev S.Kh., Mikhaylichenko S.M. Vybor rezhima raboty avtomaticheskogo kormovagona tipa

DeLaval RA135 [Mode selection of an automatic rail-guided feed wagon of a DeLaval RA135 type]. *Konstruirovaniye, ispol'zovaniye i nadezhnost' mashin sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya: sbornik nauchnykh rabot*, Bryansk, 2018: 10-17. (In Rus)

11. Kupreyenko A.I., Isayev Kh.M., Mikhaylichenko S.M. Ispytaniya sistemy avtomaticheskogo izmeneniya normy vydachi korma kormovym vagonom [Tests of the system for automatic changing the feeding rate of an automatic feed wagon]. *Vestnik VNIIMZh*, 2019; 4(36): 57-63. (In Rus.)

Критерии авторства

Купреенко А.И., Исаев Х.М., Михайличенко С.М. выполнили теоретические исследования, на основании полученных результатов провели обобщение и написали рукопись. Купреенко А.И., Исаев Х.М., Михайличенко С.М. имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила 10.06.2020

Опубликована 31.08.2020

Contribution

A.I. Kupreenko, Kh.M. Isaev, S.M. Mikhaylichenko performed theoretical studies, and based on the results obtained, generalized the results and wrote a manuscript. A.I. Kupreenko, Kh.M. Isaev, S.M. Mikhaylichenko have equal author's rights and bearequal responsibility for plagiarism.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this paper.

The paper was received on June 10, 2020

Published 31.08.2020

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ АПК / FARM MACHINERY AND TECHNOLOGIES

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL PAPER

УДК 636.085.6, 631.363.7

DOI: 10.26897/2687-1149-2020-4-25-32

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ВЫДАЧИ ЗАМЕНИТЕЛЯ ЦЕЛЬНОГО МОЛОКА МОЛОДНЯКУ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

ВТОРЫЙ ВАЛЕРИЙ ФЁДОРОВИЧ, докт. техн. наук, главный научный сотрудник

E-mail: vvtoryj@yandex.ru

ВТОРЫЙ СЕРГЕЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ, канд. техн. наук, старший научный сотрудник

E-mail: 2vt_1981@list.ru

ИЛЬИН РОМАН МИХАЙЛОВИЧ, младший научный сотрудник

E-mail: Ilinrom@yandex.ru

Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»; 196625, Российская Федерация, С.-Петербург, пос. Тярлево, Филътровское шоссе, д. 3

Проблему повышения эффективности выращивания молодняка КРС можно решить посредством разработки структурно-технологической и функциональной схем процесса автоматического приготовления и выдачи заменителя цельного молока (ЗЦМ) молодняку крупного рогатого скота с использованием роботизированных средств. Проведён анализ систем и устройств кормления КРС, в результате которого разработана структурно-технологическая схема функционирования системы кормления ЗЦМ и предложена функциональная схема системы автоматического приготовления и выдачи ЗЦМ с использованием роботизированных средств, которые позволяют сформировать рациональную технологию кормления молодняка КРС с достижением заданных технологических показателей, обеспечивающих повышение эффективности производства. Система позиционирования робота-раздатчика позволяет строго отслеживать и корректировать маршрут, а единая локальная система управления – контролировать процессы и вносить своевременно корректировки в режиме реального времени. Разработка и применение систем, в составе которых имеются мобильные роботы-раздатчики, позволит свести к минимуму использование ручного труда, повысит качество выполнения технологических операций и будет способствовать решению задач импортозамещения.