

Научная статья
УДК 637.116
EDN FCERIC

Исследование эффективности использования доильных установок

Галия Ергешевна Кокиева

Арктический государственный агротехнологический университет
Республика Саха (Якутия), Якутск, Россия
Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова
Республика Бурятия, Улан-Удэ, Россия
kokievagalia@mail.ru

Аннотация. На молочных фермах используют различные технологические линии первичной обработки молока. Ставится задача выявить наиболее рациональную линию, не требующую затрат ручного труда. Молочное производство относится к пищевым отраслям с их ярко выраженной спецификой: нестационарность качественных показателей исходного сырья, биологическая активность сырья (скоропортящееся) и продуктов переработки, жесткие санитарно-гигиенические нормы производства, сезонность нагрузок и др. Анализ различных этапов молочного производства показывает, что обеспечение требуемого качества готовой продукции, выпуск ее в необходимом ассортименте затруднительны и часто срываются. Эту задачу можно решить, если создать гибкие технологические схемы производства продукции, в которых учитывались бы изменяющиеся показатели качества сырья и экспресс-методы определения последних. Одной из причин снижения эффективности использования доильных установок является нарушение их вакуумного режима. На снижение производительности насоса влияет и степень натяжения ремней привода. Слабое их натяжение приводит к проскальзыванию в шкивах и, как следствие, к износу и потере производительности насоса. В статье описывается исследование повышения эффективности использования доильных установок, производится оценка указанной эффективности.

Ключевые слова: доильные установки, эффективность использования доильных установок, технологическая линия

Для цитирования: Кокиева Г. Е. Исследование эффективности использования доильных установок // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Том 17. № 4. С. 176–184.

Original article

Research on the efficiency of using milking machines

Galia E. Kokieva

Arctic State Agrotechnological University, Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Russia
Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov
Republic of Buryatia, Ulan-Ude, Russia
kokievagalia@mail.ru

Abstract. Dairy farms use various technological lines for primary milk processing. The task is to identify the most rational line that does not require manual labour. Dairy production belongs to the food industries with their pronounced specifics: non-stationary quality indicators of raw materials, biological activity of raw materials (perishable) and processed products, strict sanitary and hygienic standards of production, seasonality of loads, etc. An analysis of the various stages of dairy production shows that ensuring the required quality of finished products and their release in the required range are difficult and often fail. This problem can be solved if we create flexible technological schemes for the production of products, which would take into account the changing indicators of the quality of raw materials, and express methods for determining the latter. One of

the reasons for the decrease in the efficiency of using milking machines is a violation of their vacuum mode. The degree of tension of the drive belts also affects the decrease in pump performance. Weak tension leads to slipping in the pulleys and, as a consequence, to wear and loss of pump performance. The article describes a study of increasing the efficiency of using milking machines, and evaluates this efficiency.

Keywords: milking machines, efficiency of use of milking machines, technological line

For citation: Kokieva G. E. Research on the efficiency of using milking machines. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*, 2023;17;4:176–184 (in Russ.).

Введение. На крупных молочных фермах и комплексах доильные установки нередко объединяют магистральным трубопроводом, к которому через ресивер подключают 1–2 вакуумных насоса [1, 2]. Централизованные вакуумные системы снижают затраты труда на обслуживание, повышают надежность работы доильных установок, улучшают условия труда обслуживающего персонала [3].

Вместе с тем, как показало обследование ряда животноводческих комплексов, несмотря на большую объемную подачу насосов, в системах не обеспечивается номинальный вакуумный режим, что снижает эффективность машинного доения коров [4, 5]. Одна из главных причин этого состоит в недостаточно обоснованном выборе режимно-конструктивных параметров централизованной вакуумной системы. Предполагается сосредоточенное поступление воздуха от установок в начале магистрального участка системы, постоянство диаметра вакуум-провода и малые гидравлические потери по его длине. Такие ограничения могут быть выполнены лишь в коротких вакуумных системах, характерных для ферм моноблочной застройки и доением в доильном зале.

Дестабилизация вакуума происходит в основном из-за увеличения расхода воздуха через неплотности вакуумной системы и снижения производительности вакуум-насосов. Нередко это является следствием низкого качества изготовления, сборки и монтажа оборудования, неудовлетворительного технического обслуживания и нарушения правил машинного доения (табл. 1).

Основной причиной уменьшения вакуума выступает снижение производительности вакуум-насосов. Насос также теряет производительность и выходит из строя вследствие того, что на его маслонасосах не устанавливаются стаканы, в результа-

те чего масло испаряется, выплескивается, загрязняется и вызывает закоксовывание сопряженных поверхностей, ускоряя износ корпуса и подшипников. Из-за этого текстолитовые лопатки, роторы в процессе эксплуатации расслаиваются и вспучиваются. Происходит выкрашивание текстолитовых лопаток при быстром обратном вращении уже отключенных насосов, что нередко из-за отсутствия специального клапана в разделяющей диэлектрической вставке-предохранителе. При механической стимуляции (осуществляемой путем подталкивания и оттягивания вымени по вертикали) изменение частоты периодических воздействии существенно влияет на амплитуду колебаний вымени. Можно предположить, что наибольшие амплитуды колебаний вымени получаются при переходе к резонансным колебаниям, когда частота вынужденных колебаний возбудителя (доильного аппарата) совпадает с частотой собственных колебаний системы «вымя – доильный аппарат».

Материалы и методы исследования. Перед началом доения требуется вручную проворачивать вал насоса, чтобы смазать внутренние его поверхности. Однако это практически не производится. Не используется также возможность повышения производительности вакуумной установки за счет изменения частоты вращения ротора путем перестановки шкивов. Другие причины низкого вакуума состоят в наличии подсосов воздуха из-за износа прокладок молочных кранов, распределителей, соединительных муфт молоко- и вакуум-проводов, трещин в диафрагменных прокладках механизмов подъема молокопроводов, засорения посадочных мест клапанов спуска конденсата.

В зимнее время под влиянием отрицательных температур пластмассовые трубы молокопроводов в конце проездов остывают и сжимаются сильнее, чем рези-

Таблица 1 – Причины неудовлетворительного технического обслуживания и нарушения правил машинного доения [6]**Table 1 – List of reasons for unsatisfactory maintenance and violations of the rules of machine milking [6]**

Причины	Последствия
Использование вакуумных насосов при производительности менее 80 % от номинальной; передержка доильных аппаратов и снятие их рывком без применения клапана коллектора	Отсутствие резервного воздуха в клапане вакуум-регулятора; значительное снижение и медленное восстановление вакуума, что вызывает спадание доильных стаканов и торможение рефлекса молокоотдачи, заболеваемость молочных желез и потерю продуктивности коров
Монтаж магистрального вакуум-провода и стояков из труб диаметром менее 1,5"; сверление отверстий диаметром менее 10 мм под молочно-вакуумный кран	Снижение величины вакуума в подсоединенной ветви вакуум-провода или доильном аппарате на 0,001 МПа
Параллельное включение насосов; присоединение молокоборника и магистрального вакуум-провода одной трубой диаметром менее 1,5"	Снижение величины вакуума в системе или в ветвях, подключенных к молокоборнику на 0,001 МПа; работа доильных аппаратов в физиологически недопустимых режимах
Вода и конденсат в вакуумном или молочном помещениях	Повышение влажности воздуха более 75 % при температуре 15 °С, а при более низких температурах – конденсация влаги; в результате усиливается коррозионная активность металла корпуса вакуум-насоса и вакуум-провода
Монтаж выхлопных труб с уклоном менее одного градуса в сторону глушителя; отсутствие пробок с дренажными отверстиями под глушителями	Затруднение выхлопа из-за скапливания масла; повышение нагрева вакуумного насоса по сравнению с температурой окружающего воздуха более чем на 80 °С; снижение его производительности
Несвоевременная регулировка натяжения клиновидных ремней привода вакуумных насосов	Проскальзывание и износ ремней в шкивах; уменьшение производительности вакуумного насоса
Отсутствие фитилей в масленках; несвоевременная регулировка уровня масла в них	Ускоренный износ деталей; закоксовывание внутренних поверхностей; снижение производительности вакуумного насоса
Отсутствие обратного клапана в предохранителе или вакуум-баллоне	Изнашивание и выщербливание текстолитовых лопаток при обратном вращении ротора насоса; попадание промывочной жидкости в насос из вакуум-проводной системы
Навешивание дополнительных грузов на пружину клапана вакуум-регулятора	Исключение подсоса резервного воздуха через клапан; повышение вакуума в системе до 0,065–0,075 МПа
Монтаж вакуум-регулятора с отклонением от вертикали; отсутствие распорных втулок между амортизирующими и грузовыми шайбами; высокий или низкий уровень, отсутствие или несвоевременная замена масла в колпаках вакуум-регулятора и дифференциального клапана	Замедление удаления молока из коллектора и шланга в молокопровод из-за перекрытия молочного крана; изменение вакуума после заполненного молоком участка молокопровода; уменьшение разрежения в доильном стакане под соском; стаканы плохо удерживаются на сосках; увеличение продолжительности доения; снижение полноты выдаивания, жирности молока и продуктивности коров

Продолжение таблицы 1

Причины	Последствия
Отсутствие клапанов спуска конденсата в самых низких точках вакуум-провода; наличие отложений и прогибов различной формы на его отдельных участках; соединение участков вакуум-провода сваркой или резиновыми муфтами	Скопление конденсата и промывочной жидкости в вакуум-проводе; перекрытие его сечения увеличивает гидравлическое сопротивление и снижает пропускную способность вакуум-провода; перепад вакуума по длине вакуум-провода, превышающий допустимое значение; заболевания животных
Несвоевременная регулировка натяжения сосковой резины в доильном стакане	Неравномерное выдаивание долей вымени (разница скоростей выведения молока из сосков достигает 15 %); «сухое» доение приводит к нарушению взаимодействия соска и сосковой резины, возникновения у коров болевых или непривычных раздражений, повреждение мелких кровеносных сосудов и травмы тканей соска, уменьшение продуктивности коров
Несвоевременная регулировка частоты пульсаций пульсаторов	Раздражение молочной железы; заболевание коров маститом из-за чрезмерного увеличения частоты пульсаций
Промывка кипятком молочной линии после окончания дойки; отсутствие операции промывки молокопровода и доильных аппаратов перед доением горячей водой	Нарушение герметичности и формы пластмассовых элементов от температурных воздействий; смешивание с молоком случайных загрязнений и остатков твердых частиц моющих средств; отсутствие подогрева доильных стаканов (до 36–38 °С) для улучшения молокоотдачи
Не действуют автоматы или устройства циркуляционной промывки; несистематическая мойка и длительная эксплуатация сосковой резины и молочных шлангов; начало дойки с коров, стоящих в конце стойлового молокопровода (считая от молочного отделения)	Снижение качества и повышение продолжительности мойки элементов; молочный жир вызывает старение, потерю эластичности и образование молочного камня на резиновых изделиях доильных аппаратов; к концу доения на внутренней поверхности молокопровода накапливаются трудно смываемые остатки молочного жира
Отсутствие пластинчатого охладителя молока	Ускоренный износ холодильной установки из-за более длительного времени работы

новые муфты. В результате постоянного подсоса воздуха в систему через неплотности в соединениях, а также потерь его при надевании и снятии (или спадании) доильных стаканов, производительность вакуум-насосов становится ниже номинального расхода вакуума. Об этом свидетельствует отсутствие подсоса воздуха на большинстве индикаторов запаса его производительности.

Одной из причин низкого вакуума является также неправильное соединение вакуум-насоса с вакуумной и молочной магистралями. Оба насоса одной доильной установки должны работать с одинаковой внешней нагрузкой. На практике

же нередко используют только один насос. Подключение при монтаже доильной установки только одного насоса к молокоборнику является причиной снижения величины вакуума на 15–20 %. Подсоединение второго вакуум-насоса к магистральному вакуум-проводу приводит к повышению величины вакуума в молокопроводе до номинального уровня.

Эффективна схема соединения двух вакуум-насосов, всасывающие патрубки которых выведены на один общий вакуум-баллон, после которого магистральный вакуум-провод прокладывают из труб диаметром 2". Насосы можно включать параллельно с вакуум-баллонами при со-

единении их общим коллектором (труба диаметром 2") у молокоборника. Параллельное соединение двух насосов перемычкой непосредственно перед вакуумными баллонами недостаточно эффективно, так как не удастся получить их суммарную производительность из-за снижения давления вследствие повышения скорости откачки воздуха. Необходимый показатель достигается при замене двух насосов одним большей производительности или такой системой распределения вакуума в доильных установках, при которой каждый вакуум-насос имеет свое назначение и включается в вакуумную линию самостоятельно. При этом один насос служит для транспортирования молока, другой – для работы доильных аппаратов, третий – для осуществления автоматизации производственных процессов.

К наиболее часто встречаемому существенному недостатку в монтаже, который снижает величину вакуума, относится несоблюдение диаметров труб магистрального и рабочего вакуум-проводов. Используются в качестве магистрального вакуум-провода и на выхлопе трубы диаметром менее 1,5", что не соответствует диаметрам впускного и выпускного отверстий насоса. На снижение величины вакуума в вакуум-проводе диаметр трубопровода влияет больше, чем его длина. Поэтому даже небольшое уменьшение его сечения, особенно в изгибах и местах технологического подъема, неизбежно приводит к падению вакуума против нормы.

Одной из основных причин, влияющих на уменьшение сечения трубопровода и, как следствие, на режим работы и возникновение параметрических отказов доильных установок, является засоренность вакуум-провода. Как правило, она определяется качеством монтажа и состоянием среды – наличием агрессивных газов, водяных паров, мельчайших частичек кормов, подстилки и навоза, а также микроорганизмов. Во время доения нередко резиновые шайбы коллекторов фиксируются в положении «промывка», поэтому при случайном спадании стаканов с вымени коровы коллектор не отключается от вакуума и грязь всасывается в молочную линию. Быстрому загрязнению вакуум-провода способствует отсутствие или неправильная установка клапанов

спуска конденсата. Отсутствие пробок на поворотах вакуум-провода затрудняет его чистку. Нередко вакуум-проводы не промываются кислотными растворами. В результате на внутренней поверхности накапливаются отложения различной формы и размеров; они изменяют шероховатость и проходное сечение и часто делают невозможным машинное доение. Такие отложения или пробки при промывке не разрушаются, и для их устранения приходится заменять отдельные участки вакуум-провода. Эти недостатки можно исключить, если вакуум-провода изготовить из отдельных разъемных секций.

Изменение режимов работы доильных аппаратов снижает качество машинного доения. Например, с увеличением частоты пульсаций увеличивается расход воздуха и создается дополнительная нагрузка на вакуум-насос. С ростом упругости сосковой резины стаканы наползают на вымя, из-за чего снижается молокоотдача коров и увеличивается время доения. При этом смыкание стенок чулка происходит только в центральной части, а по краям остаются просветы, через которые вакуум продолжает воздействовать на сосок, что исключает его отдых и восстановление кровообращения. Неполное закрытие сосковой резины приводит к попаданию обратных струй молока из подсосковой камеры стакана в вымя коровы, что увеличивает продолжительность доения и вызывает заболевания маститом.

Результаты исследований и их обсуждение. Известно, что качество доения обусловлено соответствием физиологических особенностей животных и энергетического обеспечения процесса выведения молока, стабильности вакуума, других параметров. Однако большинство доильных установок не отвечают этому требованию. В результате получается недодой, травмируется молочная железа, снижается качество молока.

Учет отрицательных последствий доения во взаимосвязи с их причинами создает предпосылки для объективной оценки эффективности применения доильных установок.

Проведенные в хозяйствах Забайкальского края коллективом ученых Бурятской государственной сельскохозяйственной академии исследования по-

казали, что молокоотдача животного может характеризоваться параметром (J), равным скорости истечения молока через канал соска, при которой за период молокоотдачи оно выводится полностью, а отсасывающая способность (E) доильного аппарата – средней ее скоростью, которую он способен обеспечить.

Параметр (J) определяется с использованием формулы (1):

$$J = \frac{Q_p}{4FT} \quad (1)$$

где Q_p – разовый удой, м³;
 F – сечение струи молока, м²;
 T – период молокоотдачи, с.

Значение E устанавливают из соотношения (2):

$$E = \alpha\varphi/(\alpha + 1)\sqrt{2H/\rho} \quad (2)$$

где α – соотношение тактов «отсасывание» и «разгрузка»;
 φ – коэффициент скорости;
 H – величина вакуума в подсосковой камере, Па;
 ρ – плотность молока, кг/м³.

Соотношение между этими параметрами определяет качество процесса доения. При $J = 2/3E$ молоко полностью выводится из организма животного, а величина избыточного вакуума минимальная. Если $J > 2/3E$, молоко не выводится полностью из организма животного, а величина остаточной порции Q_{n1} составит:

$$Q_{n1} = Q_p \left(1 - \frac{2E}{3J}\right)^3 \quad (3)$$

При $J = 2/3E$ на вымя животного воздействует избыточный вакуум, который при определенном значении травмирует молочную железу. Потери продукции (Q_{n2}) в данном случае определяются из выражения (4):

$$(Q_{n2}) = kQ_p \quad (4)$$

где k – относительное движение продуктивности коров от заболевания маститом.

При средних отклонениях вакуума от номинального или заданного (ΔH_1 и ΔH_2), а также в зависимости от соотношения времени работы доильной установки в этих режимах, суммарные потери продукции Q_{n3} составят:

$$Q_{n3} = Q_p \left\{ \left[1 - 2E_1/3J \right] + \frac{1}{(\Sigma + 1) \left[1 - \frac{E_2}{3J} \right]^2} + [1 - 2E \cdot 3J]^3 \right\} \quad (5)$$

где E_1 и E_2 – отсасывающая способность доильного аппарата соответственно в режимах $H_1 = H + \Delta H_1$ и $H_2 = H - \Delta H_2$.

Значения параметра молокоотдачи, при котором происходит травмирование молочной железы, определяют с использованием формулы (6):

$$J_{min} = 2\alpha\varphi/3(\alpha + 1)\sqrt{2(H_1 - H_g)/\rho} \quad (6)$$

где H_g – допустимое (пороговое) значение избыточного вакуума, Па;

На величину недооя и заболеваемость коров маститом оказывает влияние режим потока доения. Если период молокоотдачи больше машинного времени (t_m), то данная величина составит:

$$Q_{n4} = Q_p \left[\left(1 - \frac{t_m^2}{2T^2} \right) + t_m^3/3T^3 \right] \quad (7)$$

Если же он меньше значения (t_m), то в течение времени холостого доения (t_x) на вымя воздействует избыточный вакуум, что увеличивает вероятность заболевания коров маститом. В данном случае потери продукции находим из формулы (8):

$$Q_{n5} = kQ_p P(t_x) \quad (8)$$

где $P(t_x)$ – вероятность заболевания коров маститом.

Потери, вызванные снижением сортности молока, определяют формулой (9):

$$Q_{n6} = Q(G_{m1} - G_{m2}) \quad (9)$$

где Q – количество произведенного молока, м³;

G_{m1} и G_{m2} – цена молока соответственно первого и второго сорта, руб./м³.

При получении несортного молока цель производства не достигнута, следовательно получаем:

$$Q_n = Q_{n^6} \quad (10)$$

Потери от снижения жирности молока при транспортировании его по молочным магистралям доильной установки составляют:

$$Q_{n^7} = Q[(g_b - g_v)/g_b] \quad (11)$$

где g_b , g_v – содержание жира в молоке на выходе соответственно из доильного аппарата и доильной установки, %.

Эффективность использования доильной установки определяется затратами, связанными с использованием трудовых, энергетических ресурсов и собственного ресурса доильной установки.

Количество продукции, эквивалентное по стоимости затратам на использование трудовых ресурсов, определяется по формуле (12):

$$Q_{n^8} = (C_p m T_g / G_{m_1}) \quad (12)$$

где C_p – стоимость одного часа работы обслуживающего персонала, руб./чел.-ч;

m – количество обслуживающего персонала, чел.;

T_g – время дойки, ч.

Количество продукции, эквивалентное по стоимости затратам на электроэнергию, определяется по формуле (13):

$$Q_{n^9} = (C_e N_e \eta T_g) / G_{m_1} \quad (13)$$

где C_e – стоимость единицы электроэнергии, руб./кВт·ч;

N_e – установленная мощность, кВт;

η – коэффициент использования установленной мощности.

Количество продукции, эквивалентное по стоимости использованного ресур-

са доильной установки, определяется по формуле (14):

$$Q_{n^{10}} = (C_y k T_r T_g) / G_{m_1} \quad (14)$$

где C_y – стоимость доильной установки, руб.;

k – коэффициент увеличения капитальных вложений при монтаже доильной установки;

T_r – ресурс доильной установки, ч.

Значение i -го показателя (π_i) эффективности использования доильной установки находим из выражения (15):

$$\pi_i = (Q_b - Q_{ni}) / Q_b \quad (15)$$

где Q_b – общее базовое количество продукции (молока) без учета ущерба или затрат по i -му показателю;

Q_{ni} – величина технологического эффекта или затрат по i -му показателю.

Коэффициент весомости i -го показателя устанавливается формулой (16):

$$k_{vi} = Q_{ni} / \sum_{i=1}^n Q_{ni} \quad (16)$$

Тогда обобщенный показатель эффективности использования доильной установки составит:

$$\pi_i = \left(Q_b - \sum_{i=1}^n Q_{ni} \right) / Q_b \quad (17)$$

На основе проведенных исследований и работ [7–9], нами разработаны алгоритм и прикладная программа оценки рассматриваемого процесса.

Производственная проверка показала, что эффективность использования доильных установок по обобщенному показателю находится в пределах 0,52–0,63, что соответствует потерям 1,8–2,3 л молока за дойку на одну корову.

Последовательная реализация резервов повышения эффективности в ре-

альных условиях эксплуатации позволяет увеличить уровень использования доильных установок по обобщенному показателю до 0,85 и получать за дойку от коровы дополнительно 1,25 литров молока.

Заключение. Эффективность использования машин, определяемая целью производства, может характеризовать-

ся показателями качества технологического процесса, а ее критерии должны базироваться на их сопоставлении с затратами.

Устранение обслуживающим персоналом этих недостатков позволит повысить эффективность использования доильных установок и надоев молока.

Список источников

1. Барабаншиков Н. В. Качество молока и молочных продуктов. М. : Колос, 1980. 254 с.
2. Иванов Ю. А. Молочное скотоводство в странах ЕС // Зоотехния. 1999. № 1. С. 31–32.
3. Гаджиев А. М. Технологический процесс молокоотдачи и контроль за затратами труда и временем доения // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2018. № 3. С. 31–33.
4. Фомичев Ю. П., Хрипякова Е. Н., Гуденко Н. Д. Методический практикум по контролю качества молока и молочных продуктов. Дубровицы : Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства имени академика Л. К. Эрнста, 2013. 234 с.
5. Морозов Н. М., Скоркин В. К., Хусаинов И. И., Всяких А. С., Прудов А. И., Шичалин А. В. [и др.]. Методические рекомендации по интенсивным технологиям производства молока на малых фермах. М. : Всероссийский научно-исследовательский институт механизации животноводства РАСХН, 1992. 83 с.
6. Текучев И. К., Иванов Ю. А., Кормановский Л. П. Проблемы реализации технологических новаций в животноводстве // АПК: Экономика, управление. 2017. № 5. С. 21–29.
7. Воякин С. Н., Щитов С. В., Кузнецов Е. Е. Результаты исследований по получению кормового продукта для молодняка сельскохозяйственных животных // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. № 4 (60). С. 165–172. doi: 10.24412/1999-6837-2021-4-165-172.
8. Кривуца З. Ф., Щитов С. В., Кузнецов Е. Е. Оптимизация энергетических затрат транспортно-производственного процесса // Дальневосточный аграрный вестник. 2020. № 4 (56). С. 151–155. doi: 10.24411/1999-6837-2020-14063.
9. Школьников П. Н., Кузнецов Е. Е., Щитов С. В. Снижение энергетических затрат при приготовлении и раздаче кормовых рационов // Энергосбережение и энергоэффективность: проблемы и решения : материалы IX всерос. (нац.) науч.-практ. конф. Нальчик : Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет, 2020. С. 184–189.

References

1. Barabanshchikov N. V. *Quality of milk and dairy products*, Moscow, Kolos, 1980, 254 p. (in Russ.).
2. Ivanov Yu. A. Dairy farming in EU countries. *Zootekhnika*, 1999;1:31–32 (in Russ.).
3. Gadzhiev A. M. Technological process of milk production and control over labor costs and milking time. *Vestnik Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva*, 2018;3:31–33 (in Russ.).
4. Fomichev Yu. P., Khripyakova E. N., Gudenko N. D. *Methodological workshop on quality control of milk and dairy products*, Dubrovitsy, Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii institut zhivotnovodstva imeni akademika L. K. Ernsta, 2013, 234 p. (in Russ.).
5. Morozov N. M., Skorkin V. K., Khusainov I. I., Vsyakikh A. S., Prudov A. I., Shichalin A. V. [et al.]. *Guidelines for intensive milk production technologies on small farms*, Moscow, Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii institut mekhanizatsii zhivotnovodstva RASKhN, 1992, 83 p. (in Russ.).

6. Tekuchev I. K., Ivanov Yu. A., Kormanovskii L. P. Problems of implementation of technological innovations in animal husbandry. *АПК: Экономика, управление*, 2017;5:21–29 (in Russ.).

7. Voyakin S. N., Shchitov S. V., Kuznetsov E. E. Results of research on obtaining fodder product for young farm animals. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*, 2021;4(60):165–172 (in Russ.). doi: 10.24412/1999-6837-2021-4-165-172.

8. Krivutsa Z. F., Shchitov S. V., Kuznetsov E. E. Optimization of energy cost of transportation and production process. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*, 2020;4(56):151–155 (in Russ.). doi: 10.24411/1999-6837-2020-14063.

9. Shkolnikov P. N., Kuznetsov E. E., Shchitov S. V. Reducing energy costs when preparing and distributing feed rations. Proceedings from Energy saving and energy efficiency: problems and solutions: *IX Vserossiiskaya (natsional'naya) nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 184–189), Nal'chik, Kabardino-Balkarskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2020 (in Russ.).

© Кокиева Г. Е., 2023

Статья поступила в редакцию 05.06.2023; одобрена после рецензирования 19.10.2023; принята к публикации 22.11.2023.

The article was submitted 05.06.2023; approved after reviewing 19.10.2023; accepted for publication 22.11.2023.

Информация об авторе

Галия Ергешевна Кокиева, доктор технических наук, декан инженерного факультета, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова, Арктический государственный агротехнологический университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3447-1911>, kokievagaliamail.ru

Information about author

Galia E. Kokieva, Doctor of Technical Sciences, Dean of the Faculty of Engineering, Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov, Arctic State Agrotechnological University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3447-1911>, kokievagaliamail.ru