

# ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ АПК

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 631.152.3

<https://doi.org/10.26897/2687-1149-2026-3-4-16>



## Рекомендации по технологии приготовления и раздачи кормов для ферм крупного рогатого скота на основе технологических карт

Г.Н. Самарин<sup>1</sup>, В.В. Кирсанов<sup>2</sup>, Е.А. Никитин<sup>3</sup>, Р.А. Баишева<sup>4</sup>✉

<sup>1,2,3,4</sup> Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ; г. Москва, Россия

<sup>1</sup> samaringn@yandex.ru; <http://orcid.org/0000-0002-4972-8647>

<sup>2</sup> kirvv2014@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0003-2549-4070>

<sup>3</sup> evgeniy.nicks@yandex.ru; <http://orcid.org/0000-0003-0918-2990>

<sup>4</sup> rozamamedova@mail.ru✉; <http://orcid.org/0000-0001-9145-4478>

**Аннотация.** Отсутствие оптимальных комплексных решений при выборе наиболее эффективной технологии приготовления и раздачи кормов на фермах крупного рогатого скота обуславливает необходимость разработки соответствующих рекомендаций. Исследования проведены с целью разработки рекомендаций по выбору оптимальной технологии приготовления и раздачи кормов КРС с учетом критерия минимизации эксплуатационных расходов, рассчитанных на основе технологических карт поточно-технологической линии приготовления и раздачи кормов для ферм с поголовьем до 1500 гол. и более. Рассмотрены три варианта технологии: первый – основной состав машин с прицепным миксером; второй – с роботизированным кормоцехом; третий – технология кормления КРС с самоходным миксером. Учитывали марки машин, выполняемые функции, количество задействованных единиц, вместимость бункера смесителя, количество обслуживаемых животных единицей техники за один цикл, равномерность дозирования, установленную мощность, тип энергетической установки и количество обслуживающего персонала. Разработанная в среде Microsoft Excel математическая модель поточно-технологической линии приготовления и раздачи кормов на фермах крупного рогатого скота позволила на основе технологических карт рассчитать технико-экономические показатели технологий приготовления и раздачи кормов. Представленная технологическая карта процесса приготовления и раздачи корма для КРС на фермах по производству молока включает в себя эксплуатационные расходы, капитальные вложения и затраты труда с учетом всех трех базовых технологий кормления. Наименьшие эксплуатационные расходы (прямые затраты) в 404,83 руб/т отмечены в технологии кормления КРС с самоходным миксером (вариант 3). Предлагаемые рекомендации и прикладная программа, выполненная в виде имитационной системы, позволят специалистам в режиме диалога с ЭВМ рассчитывать возможные последствия принимаемых решений, анализировать результаты и выбирать наилучший вариант проектируемого объекта.

**Ключевые слова:** технология кормления; технология кормления КРС; технологии приготовления и раздачи кормов; эксплуатационные расходы; технологическая карта; рекомендации

**Финансирование.** Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (тема № FGUN-2025-0013).

**Благодарности.** Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку данной работы.

**Для цитирования:** Самарин Г.Н., Кирсанов В.В., Никитин Е.А., Баишева Р.А. Рекомендации по технологии приготовления и раздачи кормов для ферм крупного рогатого скота на основе технологических карт // Агроинженерия. 2026. Т. 28, № 3. С. 4-16. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2026-3-4-16>

## ORIGINAL ARTICLE

## Recommendations for feed preparation and distribution technologies used on cattle farms: a technological chart approach

G.N. Samarin<sup>1</sup>, V.V. Kirsanov<sup>2</sup>, E.A. Nikitin<sup>3</sup>, R.A. Baisheva<sup>4</sup>✉

<sup>1,2,3,4</sup> Federal Scientific Agroengineering Center VIM; Moscow, Russia

<sup>1</sup> samaringn@yandex.ru; <http://orcid.org/0000-0002-4972-8647>

<sup>2</sup> kirvv2014@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0003-2549-4070>

<sup>3</sup> evgeniy.nicks@yandex.ru; <http://orcid.org/0000-0003-0918-2990>

<sup>4</sup> rozamamedova@mail.ru✉; <http://orcid.org/0000-0001-9145-4478>

**Abstract.** Modern cattle farms face a shortage of optimal integrated solutions for selecting the most efficient feed preparation and distribution technologies, as well as a lack of well-founded recommendations for their implementation. The study therefore aimed to develop recommendations for choosing the optimal cattle feed preparation and distribution technology based on the criterion of minimizing operating costs. The costs were calculated using technological charts of the continuous production line for feed preparation and distribution on farms with a population of up to 1,500 heads or more. Three technological options were considered: Option 1 – a basic machine configuration with a trailed mixer; Option 2 – a configuration with a robotic feed preparation unit; Option 3 – cattle feeding technology with a self-propelled mixer. The evaluation took into account the following parameters: machine brands, functions performed, number of units involved, mixer hopper capacity, number of animals serviced per equipment unit per cycle, dosing uniformity, installed power, type of power unit, and number of maintenance personnel. A mathematical model of the continuous feed preparation and distribution line for cattle farms was developed using Microsoft Excel. This model enabled the calculation of technical and economic indicators for feed preparation and distribution technologies based on technological charts. The technological chart of the feed preparation and distribution process used on dairy cattle farms encompasses operating costs, capital investments, and labor costs for all three basic feeding technologies. The lowest operating costs (direct costs) – 404.83 rubles per ton – were recorded for cattle feeding technology with a self-propelled mixer (Option 3). The proposed recommendations, along with the application software designed as a simulation system, will enable specialists to calculate the possible consequences of their decisions through direct computer interaction, analyze the results, and select the most suitable option for the facility being designed.

**Keywords:** feeding technology; cattle feeding technology; feed preparation and distribution technologies; operating costs; technological chart; recommendations

**Funding.** The research was carried out with the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM (theme No. FGUN-2025-0013).

**Acknowledgements:** The authors also thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

**For citation:** Samarin G.N., Kirsanov V.V., Nikitin E.A., Baisheva R.A. Recommendations for feed preparation and distribution technologies used on cattle farms: a technological chart approach. *Agricultural Engineering (Moscow)*. 2026;28(3):4-16. (In Russ.). <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2026-3-4-16>

### Введение

В структуре себестоимости производства молока в России по среднестатистическим данным 60% составляет стоимость кормов, 30% – электроэнергия, ГСМ и прочие затраты и около 10% – зарплата сотрудникам<sup>1</sup> [1, 2].

Основными технологическими операциями приготовления и раздачи корма КРС на ферме являются хранение, погрузка, дозирование, перемешивание, транспортировка, раздача, контроль и стимуляция

поедания корма [3, 4]. Критериями эффективного кормления считаются доступность корма и возможность дозирования минеральных добавок [5, 6].

Часто на агропредприятиях для приготовления кормов применяются устаревшие технологии и оборудование, и функционирование имеющегося зарубежного оборудования является неэффективным. При этом восстановление его рабочего состояния затруднительно в связи с ограничением поставок запасных частей [7].

Дефицит комплексных решений по кормоприготовлению, хранению, раздаче и транспортировке кормов сказывается на качестве кормосмесей [8, 9].

<sup>1</sup> Сельское хозяйство в России. 2023: Статистический сборник Росстата / Под ред. И.В. Васильева. М.: Федеральная служба государственной статистики, 2023. 103 с.

Решить данную проблему позволит разработка рекомендаций по технологии приготовления и раздачи кормов для ферм крупного рогатого скота на основе технологических карт.

**Цель исследований:** разработка рекомендаций по технологии приготовления и раздачи кормов для ферм крупного рогатого скота на основе технологических карт, позволяющих выбрать оптимальный вариант технологии по критерию эксплуатационных расходов.

**Материалы и методы**

Базовые варианты технологий кормления КРС на молочных фермах рассмотрены нами в работе [10]. Система машин по трем основным технологиям кормления КРС на молочных фермах от 400 до 1500 гол. представлена в таблице 1. Первая технология включает в себя основной состав машин с прицепным миксером (рис. 1а). Смешивание объемистых и концентрированных кормов целесообразно проводить в смесителе-раздатчике с автономной системой погрузки для снижения затрат на эксплуатацию техники<sup>2</sup> [11, 12]. Во второй технологии с роботизированным кормоцехом для поголовья до 1500 гол. (рис. 1б) операции хранения и дозирования объемистых концентрированных кормов и минеральных добавок обеспечивают приготовление качественного корма. Третья технология кормления КРС – с самоходным миксером (рис. 1в).

Задача оптимизации экономических параметров поточно-технологической линии приготовления и раздачи кормов животным в математическом плане сводится к поиску минимального значения принятой целевой функции – удельных приведенных затрат поточно-технологической линии приготовления и раздачи кормов животным ПЗ' [13]:

$$ПЗ' = ПЗ + E_n + \sum_{i=1}^n KB_i \rightarrow \min, \quad (1)$$

где ПЗ – удельные прямые затраты поточно-технологической линии приготовления и раздачи кормов животным, руб/ц;  $E_n$  – нормативный коэффициент капитальных вложений<sup>3</sup>,  $E_n = 0,15$ ;  $\sum_{i=1}^n KB_i$  – суммарные удельные капиталовложения в технологический процесс, руб/ц;

<sup>2</sup>Ерохин М.Н., Скороходов Д.М., Павлов А.С. Импорт-замещение рабочих органов сельскохозяйственных машин для животноводства // Международная научная конференция молодых ученых и специалистов, посвященная 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева: Сборник статей. М.: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. С. 557-561. EDN: DZZRWD

<sup>3</sup>Методические рекомендации по определению экономической эффективности и использования в сельском хозяйстве капитальных вложений и новой техники. Л.: НИПТИМЭСХНЗ, 1986. 58 с.

$$ПЗ = \sum_{i=1}^n ПЗ_i = \frac{З_к + З_{зп} + З_а + З_{то} + З_{тэ}}{ВП}, \quad (2)$$

где  $З_к$  – затраты на корм животным за период получения валовой продукции ВП, руб.;  $З_{зп}$  – заработная плата обслуживающего персонала поточно-технологической линии приготовления и раздачи кормов животным за период получения валовой продукции ВП, руб.;  $З_а, З_{то}, З_{тэ}$  – отчисления на амортизацию и техническое обслуживание, затраты на топливо и электроэнергию при работе технологического оборудования поточно-технологической линии приготовления и раздачи кормов животным за период получения валовой продукции ВП, соответственно, руб.; ВП – валовая продукция, полученная за период работы с поточно-технологической линии приготовления и раздачи кормов животным, ц;

$$З_к = \sum P_k \cdot C_{тк1}, \quad (3)$$

где  $\sum P_k$  – суммарный расход корма на животных за период получения валовой продукции ВП, к.ед.;  $C_{тк1}$  – удельная стоимость корма, руб/к.ед.;

$$З_{зп} = З_т \cdot C_{тч}, \quad (4)$$

где  $З_т$  – затраты труда на обслуживание поточно-технологической линии приготовления и раздачи кормов животным за период получения валовой продукции ВП, чел.-ч;  $C_{тч}$  – часовая тарифная ставка обслуживающего персонала по данным хозяйства, руб/чел.-ч.

$$З_{тэ} = \sum P_{тэ} \cdot C_{ттэ1}, \quad (5)$$

где  $\sum P_{тэ}$  – суммарный расход электроэнергии (топлива) поточно-технологической линии приготовления и раздачи кормов животным за период получения валовой продукции ВП, кВт·ч (кг);  $C_{ттэ1}$  – удельная стоимость электроэнергии (топлива) по данным хозяйства, руб/кВт·ч (руб/кг);

$$ВП = \prod_{i=1}^n K_{\Pi_i} \cdot \Pi_{\Pi} \rightarrow \max, \quad (6)$$

где  $\prod_{i=1}^n K_{\Pi_i}$  – произведение коэффициентов, учитывающее влияние параметров поточно-технологической линии приготовления и раздачи кормов животным на плановую продуктивность животного;  $\Pi_{\Pi}$  – плановая продуктивность животного с учетом генетического потенциала за период работы поточно-технологической линии приготовления и раздачи кормов, ц.

**Результаты и их обсуждение**

На основе существующих базовых поточно-технологических линий приготовления и раздачи кормов на фермах КРС разработана программа расчета на ПЭВМ, которая на основе метода последовательного анализа вариантов позволяет оптимизировать

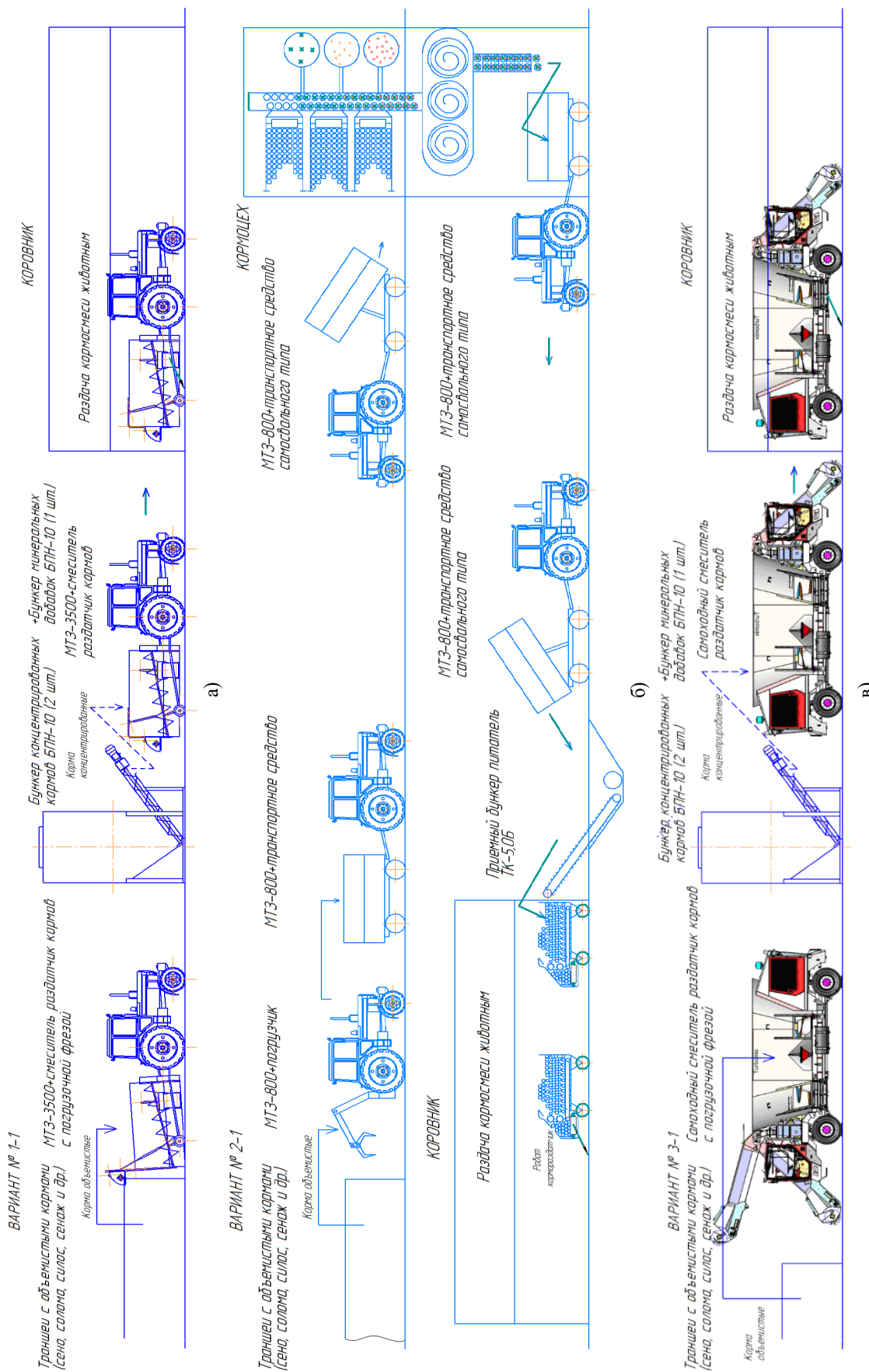


Рис. 1. Технологическая схема:

а – вариант № 1 со смесителем-раздатчиком кормов с погрузочной фрезой; б – вариант № 2 с кормоцехом и роботом кормораздатчиком; в – вариант № 3 с самоходным смесителем-раздатчиком кормов с погрузочной фрезой

**Fig. 1. Process diagram:**  
а – Option No. 1 with a trailed mixer-disperser / feed mixer wagon with a loading auger; б – Option No. 2 with a feed preparation unit and a robotic feed dispenser; в – Option No. 3 with a self-propelled feed mixer wagon with a loading auger

Таблица 1  
Table 1

Система машин по основному технологическому кормлению КРС на молочных фермах на 400...1500 гол.  
A system of machines for basic cattle feeding technologies used on dairy farms with 400 to 1,500 cattle heads

Показатель	Технология № 1 с прицепным миксером				Технология № 2 с роботизированным кормоцехом						Технология № 3 с самоходным миксером		
	Смеситель-раздатчик кормов	Погрузчик телескопический	Трактор, агрегатированный с раздатчиком кормов	Накопительный бункер концентрированных кормов, типа БПН	Наклонные транспортеры-дозаторы объемистых кормов	Накопительный бункер концентрированных кормов, типа БПН	Стационарный смеситель кормов	Колесный робот-раздатчик кормов	Погрузчик телескопический	Полуприцеп специальный	Трактор	Самходный смеситель-раздатчик кормов	Технология № 3
Марка	PFT MCF 35 (РФ)	JCB527-58 AGRI (Англия)	MT3 3500 (РФ)	БПН 10 (РФ)	Comall Belt Conveyor Feeding (Дания)	БПН 10 (РФ)	PFT MCF 2-14-S (РФ)	JCB527-58 AGRI (Англия)	ПС-45	MT3 800/	Siloking Selfline 30 (Германия)	БПН-10 (РФ)	
Выполняемые операции	Смешивание, раздача корма	Погрузка компонентов кормовой смеси	Транспортировка, агрегатирование смесителя-раздатчика кормов	Хранение и дозирование концентрированных кормов и минеральных добавок	Кратковременное хранение и дозирование объемистых кормов	Хранение и дозирование концентрированных кормов и минеральных добавок	Смешивание компонентов кормовой смеси	Раздача, подталкивание кормовой смеси к отложению кормов в тола, дозирование минеральных добавок	Транспортировка объемистых кормов из хранилища в наклонные транспортеры-дозаторы	Погрузка и изменение компонентов кормовой смеси, смешивание, транспортировка и раздача кормовой смеси	Погрузка и изменение компонентов кормовой смеси	Хранение и дозирование концентрированных кормов и минеральных добавок	
Количество задействованных единиц	1	1	1	3 (определяется количеством рецептур комбикормов предприятия)	3 (определяется количеством используемых объемистых кормов)	3 (определяется количеством рецептур комбикормов предприятия)	1	1	1	1	1	1	3
Вместимость бункера-смесителя, м³	35	1,5 (ковш)	-	10	55	10	14	3	45	-	30	10	
Количество обслуживаемых животных единой техникой за один цикл, гол.	650	-	-	860	1000	860	100	50 (при двухразовом кормлении)	-	-	1500	860	
Равномерность дозирования, %	70	-	-	90	70	90	70	75	-	-	75	90	
Установленная мощность, кВт	-	75	235	5	15	5	55	12	-	58	200	5	
Энергетическая установка, тип	-	ДВС	ДВС	ЭД	ЭД	ЭД	ЭД	ЭД (Аккумуляторная система питания)	-	ДВС	ДВС	ЭД	
Обслуживающий персонал, чел.	1	1	1	1	ЭД	ЭД	ЭД	ЭД	1	1	1	1	

Примечание. ДВС – двигатель внутреннего сгорания; ЭД – электродвигатель.

техничко-экономические показатели различных технологий приготовления и раздачи кормов на фермах крупного рогатого скота. В качестве среды программирования используется Microsoft Excel. Прикладная программа, выполненная в виде имитационной системы, позволяет специалистам в режиме диалога с ЭВМ рассчитывать возможные последствия принимаемых решений, анализировать результаты и вырабатывать наилучший вариант проектируемого объекта (рис. 2).

Один из вариантов расчета затрат на приготовление и раздачу кормов по трем рассматриваемым технологиям представлен на рисунке 3.

Приведем расчет затрат на операцию «Погрузка объемистых кормов в транспортное средство»<sup>4,5</sup> (столбец № 3), осуществляемой в течение всего стойлового периода, то есть в течение года,  $n = 365$  дней.

Согласно технологической карте (рис. 2) суточный объем объемистых кормов (столбец № 4)  $Q_{\text{сут}} = 36,62$  т/сут. определяется согласно принятому рациону кормления дойной коровы (табл. 2).

Годовой объем работ (столбец № 5) определяем перемножением значений ячеек столбцов 3 и 4:

$$Q_{\text{год}} = Q_{\text{сут}} \cdot n = 36,62 \cdot 365 = 13366,5 \text{ т / год} \quad (7)$$

Техническое оснащение процесса (столбец № 6) осуществляется с помощью телескопического погрузчика JCB527-58 AGRI, который установлен на тракторе марки МТЗ (Беларус) 800.

Численность сотрудников для обслуживания машины (столбец № 7) – 1 тракторист,  $n_{\text{ч}} = 1$ .

Производительность машины в час (столбец № 8) рассчитывается или дается в технической характеристике,  $W_{\text{М}} = 80$  т / ч [13].

Время работы машины на данной операции (столбец № 9) определяется по формуле:

$$t = \frac{Q_{\text{сут}}}{W_{\text{М}} \cdot n_{\text{М}}}, \quad (8)$$

$$t = \frac{36,62}{80 \cdot 1} = 0,458 \text{ ч} < t_{\text{СМ}} = 7 \text{ ч},$$

где  $n_{\text{М}}$  – число машин, принимаем  $n_{\text{М}} = 1$ ;  $t_{\text{СМ}}$  – время смены, ч ( $t_{\text{СМ}} = 8$  ч).

Мощность двигателя трактора (столбец № 10) определяется согласно технической характеристике,  $N = 58$  кВт.

<sup>4</sup> Мирзоянц Ю.А. Механизация производства продукции животноводства: Учебное пособие по выполнению курсового и дипломного проектирования для студентов инженерного факультета. Великие Луки, 2000. 164 с.

<sup>5</sup> Мирзоянц Ю.А., Самарин Г.Н., Загорский С.М., Белов А.В., Уварова Н.П. Механизация кормоприготовления: Лабораторный практикум. Великие Луки, 2004. 181с.

Расход электроэнергии (столбец № 11) вычисляется по формуле [13]:

$$P = N \cdot t \cdot n_{\text{М}} = 58 \cdot 0,458 \cdot 1 = 26,55 \text{ кВт} \cdot \text{ч}. \quad (9)$$

Количество машин (столбец № 12) устанавливается согласно ранее принятому условию в столбце № 9,  $n_{\text{М}} = 1$ .

Балансовая стоимость машины (столбец № 13) определяется по формуле:

$$B_{\text{М}} = B_0 \cdot (1 + g + \mu) \cdot \eta, \quad (10)$$

где  $B_0$  – цена трактора и машины согласно прайс-листу ( $B_{\text{отр}} = 2734400$  тыс. руб.,  $B_{\text{ом}} = 7421200$  тыс. руб.);  $g$  – коэффициент учета расходов на транспортировку машины или оборудования ( $g = 0,13$ ) [13];  $\mu$  – коэффициент учета затрат на монтаж машины или оборудования ( $\mu = 0,15$ ) [13],  $\eta$  – коэффициент использования данной машины или оборудования;

$$\eta = (t \cdot n) / t_{\text{план}}, \quad (11)$$

где  $t_{\text{план}}$  – годовая плановая нагрузка, ч (на трактор  $t_{\text{ПЛАН}} = 1900$  ч, на машину  $t_{\text{ПЛАН}} = 800$  ч) [13].

Тогда суммарная балансовая стоимость составит:  
 $B_{\text{М}} = B_{\text{мтр}} + B_{\text{мм}} = 307781 + 1984100 = 2291881$  руб. (12)

Размер капиталовложений (столбец № 14) определяется по формуле:

$$K = B_{\text{М}} \cdot n_{\text{М}} = 2291881 \cdot 1 = 2291881 \text{ руб.} \quad (13)$$

Затраты труда на операцию в сутки (столбец № 15) –

$$Z_{\text{Т}} = t \cdot n_{\text{ч}} = 0,46 \cdot 1 = 0,46 \text{ чел.} \cdot \text{ч / сут} \quad (14)$$

Затраты труда на операцию за год (столбец № 16):

$$Z_{\text{год}} = Z_{\text{Т}} \cdot n = 0,46 \cdot 365 = 167,1 \text{ чел.} \cdot \text{ч / год} \quad (15)$$

Зарплата производственным рабочим на операцию в сутки (столбец № 17) определяется по формуле:

$$Z_{\text{п}} = Z_{\text{Т}} \cdot C_{\text{тч}}, \quad (16)$$

где  $C_{\text{тч}}$  – часовая тарифная ставка, руб/ч ( $C_{\text{тч}} = 478$  руб/ч) [13];

$$Z_{\text{п}} = 0,46 \cdot 478 = 218,81 \text{ руб.}$$

Столбец № 18 учитывается в столбцах 19 и 20.

Амортизационные отчисления на восстановление и капитальный ремонт (столбец № 19) определяются по формуле:

$$A_0 = \frac{(B_{\text{отр}} \cdot H_{\text{отр}} + B_{\text{ом}} \cdot H_{\text{ом}}) \cdot n_{\text{М}}}{100 \cdot n}, \quad (17)$$

где  $H_0$  – норма амортизационных отчислений ( $H_{\text{отр}} = 12,5\%$ ,  $H_{\text{ом}} = 20,0\%$ );  $n$  – количество дней работы на данной операции, дн ( $n = 365$  дн);



1. Вид животных на ферме: а). Дойные коровы – 1000
2. Годовой надой 8000 кг на корову
3. Система и способ содержания беспривязная
4. Суточный рацион на 1 гол., кг

Корма	Вид животных				Суточная потребность в кормах, т
	Дойные коровы				
Силос кукурузный	20				20,07
Сенаж злаковых культур	16				16,05
Солома овсяная	0,5				0,50
Зерно кукурузы	4				4,00
Шрот рапсовый	3,5				3,50
Шрот соевый	0,5				0,50
Шрот подсолнечный	1				1,00
Ячмень	1,5				1,50
Комплексная минеральная добавка	0,25				0,25
<b>ИТОГО</b>	<b>47,25</b>				<b>47,38</b>

5. Продолжительность смены 8 часов
6. Кратность кормления животных 2
7. Кратность доения 2
8. Продолжительность стойлового периода 365 дней
9. Приготовление корма за стойловый период 17292,2 т

Затраты	Вариант технологии		
	1	2	3
10. Затраты труда на 1 т продукции, чел.-ч	0,073	0,35	0,053
11. Эксплуатационные расходы на 1 т продукции, руб.	<b>536,59</b>	<b>784,74</b>	<b>404,83</b>

**Рис. 3. Технологическая карта производства продукции животноводства на молочно-товарной ферме (технологии № 1, 2, 3)**

**Fig. 3. Technological chart of livestock production on a dairy farm (Technologies No. 1, 2, 3)**

Таблица 2

Суточный рацион кормления дойной коровы с годовым надоем не менее 8000 кг на 1 гол.

Table 2

Daily feeding ration for a dairy cow with an annual milk yield of at least 8,000 kg per head

Наименование компонента		Норма выдачи корма на дойную корову, кг/гол/сут.	Масса корма для 1000 гол. дойного стада, кг/сут.	Коэффициент, учитывающий перевалку	Коэффициент, учитывающий выбраковку при длительном хранении	Масса корма для 1000 гол. дойного стада с учетом технологических коэффициентов, кг/сут.
Объемистые корма	Силос кукурузный	20	20000	1,0015	1,0018	20066
	Сенаж злаковых культур	16	16000	1,0015	1,0018	16053
	Солома овсяная	0,5	500	1,0015	1,0018	502
Концентрированный комбикорм	Зерно кукурузы	4	4000	1,0005	1	4002
	Шрот рапсовый	3,5	3500	1,0005	1	3502
	Шрот соевый	0,5	500	1,0005	1	500
	Шрот подсолнечный	1	1000	1,0005	1	1001
	Ячмень	1,5	1500	1,0005	1	1501
Кормовые добавки	Комплексная минеральная добавка	0,25	250	1,0005	1	250
<b>Итого</b>		<b>47,25</b>	<b>47250</b>			<b>47376</b>

$$A = \frac{(307781 \cdot 12,5 + 1984100 \cdot 20,0) \cdot 1}{100 \cdot 365} =$$

1192,6 руб.

Отчисления на текущий ремонт и техническое обслуживание (столбец № 20) определяются по формуле:

$$A_{тр} = \frac{(B_{ТРПР} \cdot H_{ТРПР} + B_{ТРМ} \cdot H_{ТРМ}) \cdot n_M}{100 \cdot n}, \quad (18)$$

где  $H_{ТР}$  – средняя норма отчислений на текущий ремонт и техническое обслуживание ( $H_{ТР ПР} = 5\%$ ,  $H_{ТР М} = 14\%$ );

$$A_{тр} = \frac{(307781 \cdot 5 + 1984100 \cdot 14,0) \cdot 1}{100 \cdot 365} =$$

= 803,2 руб.

Затраты на электроэнергию и топливо (столбец № 21) при тарифе 1 кВт·ч = 8,37 руб. определяются по формуле:

$$C_{эл} = P \cdot 8,37 \cdot n_M =$$

$$= 26,55 \cdot 8,37 \cdot 1 = 222,22, \text{ руб.} \quad (19)$$

Эксплуатационные расходы на операцию за сутки (столбец № 22) определяются по формуле:

$$U_{сут} = Z_{п} + A_{с} + A_0 + A_{ТР} + C_{эл} =$$

$$= 218,81 + 1192,6 + 803,2 + 222,2 = 6436,8 \text{ руб.} \quad (20)$$

Эксплуатационные расходы на операцию по ферме в год (столбец № 23) –

$$U_{год} = U_{сут} \cdot 365 = 889428 \text{ руб.} \quad (21)$$

В представленной технологической карте процесса приготовления и раздачи корма для КРС на фермах по производству молока (табл. 3) рассчитаны эксплуатационные расходы, капитальные вложения, затраты труда с учетом всех трех базовых технологий кормления. Основные технико-экономические показатели операций приготовления и раздачи корма представлены в таблице 4.

Из данных таблицы 4 следует, что наименьшие эксплуатационные расходы (прямые затраты) 404,83 руб/т – при использовании технологии кормления КРС с применением самоходного миксера (вариант № 3).

Таблица 3

Технологическая карта процесса приготовления и раздачи корма на ферме КРС

Table 3

Technological chart of feed preparation and distribution on a cattle farm

№п/п	Наименование операции технологического процесса	Количество дней работы на данной операции в год	Суточный объем работ на ферме, т, гол.	Годовой объем работ на ферме, т, гол.	Техническое оснащение процесса (агрегат, машина). Способ выполнения операции	Количество обслуживающего персонала на 1 машину, операцию, чел.	Часовая производительность машины, т/ч, м³/ч	Количество часов работы машины в сутки	Расход энергии	
									Мощность привода, кВт	Расход электроэнергии, кВт·ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Технология кормления КРС с прицепным миксером (№ 1)</b>										
1	Погрузка объемистых кормов, т	365	36,62	13366,5	МТЗ-3500+PFT MCF 35 с погрузочной фрезой	1	80	0,458	58	26,55
2	Транспортировка объемистых кормов на расстояние 0,4 км, т-км	365	14,65	5346,6	МТЗ-3500+PFT MCF 35 с погрузочной фрезой	1	30	0,488	235	114,74
3	Приемка концентрированных комбикормов и подача, т	365	10,51	3834,42	Бункер БПН-10		40	0,263	5	1,31
4	Подача комплексных минеральных добавок, т	365	0,25	91,2956	Бункер БПН-10		20	0,013	2,2	0,03
5	Транспортировка кормосмеси до фермы на расстояние 0,6 км, т-км	365	28,43	10375,3	МТЗ-3500+PFT MCF 35 с погрузочной фрезой	1	30	0,948	235	222,67
6	Раздача кормосмеси на ферме, т	365	47,38	17292,2	МТЗ-3500+PFT MCF 35 с погрузочной фрезой	1	30	1,579	235	371,11
	ИТОГО									

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Технология кормления КРС с роботизированным кормоцехом (№ 2)</b>										
1	Погрузка объемистых кормов, т	365	36,62	13366,5	MT3-800+JCB527-58 AGRI	1	80	0,458	58	26,55
2	Транспортировка объемистых кормов на расстояние 0,4 км, т-км	365	14,65	5346,6	MT3-800+ПС-45	1	30	0,488	58	28,32
3	Приемка в питатель и подача объемистых кормов, т	365	36,62	13366,5	Cormall Belt Conveyor Feeding	1	3	12,20	15	183,10
4	Приемка концентрированных комбикормов и подача, т	365	10,51	3834,4	Бункер БПН-10		40	0,263	5	1,31
5	Подача комплексных минеральных добавок, т	365	0,25	91,3	Бункер БПН-10		20	0,013	2,2	0,03
6	Подача корма на смешивание, т	365	47,38	17292,2	ТС-40М		40	1,184	4	4,74
7	Смешивание кормов, т	365	47,38	17292,2	PFT MCF 2-14-S		20	2,369	55	130,28
8	Выгрузка кормосмеси в транспортное средство, т	365	47,38	17292,2	ТС-40М		40	1,184	4	4,74
9	Транспортировка кормосмеси до фермы на расстояние 0,6 км, т-км	365	28,426	10375,3	MT3-800+ПС-45	1	30	0,948	58	54,96
10	Перегрузка кормосмеси в робот раздатчик кормов, т	365	47,38	17292,2	ТК-5.0Б		5	9,475	6	284,26
11	Раздача кормосмеси на ферме, т	365	47,38	17292,2	Робот кормораздатчик	1	20	2,369	12	142,13
12	Строительство кормоцеха									
	ИТОГО									
<b>Технология кормления КРС с самоходным миксером (№ 3)</b>										
1	Погрузка объемистых кормов, т	365	36,62	13366,5	Siloking SelfLine 30 с погрузочной фрезой	1	80	0,458	200	91,55
2	Транспортировка объемистых кормов на расстояние 0,4 км, т-км	365	14,65	5346,6	Siloking SelfLine 30	1	90	0,163	200	32,55
3	Приемка концентрированных комбикормов и подача, т	365	10,51	3834,42	Бункер БПН-10		40	0,263	5	1,31
4	Подача комплексных минеральных добавок, т	365	0,25	91,2956	Бункер БПН-10		20	0,013	2,2	0,03
5	Транспортировка кормосмеси до фермы на расстояние 0,6 км, т-км	365	28,43	10375,3	Siloking SelfLine 30	1	90	0,316	44,1	13,93
6	Раздача кормосмеси на ферме, т	365	47,38	17292,2	Siloking SelfLine 30	1	30	1,579	58,8	92,86
	ИТОГО									

№ п/п	Капиталовложения			Затраты труда, чел.-ч		Эксплуатационные расходы, руб.						
	Необходимое количество машин и оборудования	Балансовая стоимость машины, руб.	Капиталовложения в процесс, руб.	в сутки	в год	По элементам на ферму в сутки					Всего за операцию в сутки	На ферму в год
						Зарплата производственным рабочим	Суммарные издержки на трактора	Отчисления на машины и оборудование фермы		ГСМ, электроэнергия, топливо и пр. расходы		
Амортизация	Текущий ремонт и технический уход	17	18**	19	20			21	22		23	
<b>Технология кормления КРС с прицепным миксером (№ 1)</b>												
1	1	$\frac{1480779^*}{1942320}$	3423099	0,46	167,1	218,81		1571,4	947,8	222,2	2960,3	1080501
2	1	$\frac{1579498^*}{2071808}$	3651306	0,49	178,2	233,39		1250,4	1011,0	960,4	3455,3	1261180
3	2	420000	840000					191,0	161,1	11,0	363,1	132532
4	1	420000	420000					191,0	161,1	0,23	352,3	128604
5	1	$\frac{3065090^*}{4020439}$	7085529	0,95	345,8	452,91		3252,7	1962,0	1863,7	7531,3	2748912
6	1	$\frac{4378700^*}{5743485}$	10122185	1,35	494,1	647,02		4646,7	2802,8	2662,5	10759,0	3927017
			<b>25542119</b>		<b>1185,2</b>	<b>1552,14</b>		<b>11103,2</b>	<b>7045,8</b>	<b>5720,04</b>	<b>25421,22</b>	<b>9278746</b>
<b>Технология кормления КРС с роботизированным кормоцехом (№ 2)</b>												
1	1	$\frac{307781^*}{1984089,9}$	2291871	0,46	167,1	218,81		1192,6	803,2	222,2	2436,8	889428
2	1	$\frac{328300^*}{412133,8}$	740434	0,49	178,2	233,39		338,3	248,2	237,0	1056,9	385771
3	3	5700000	17100000	12,21	4455,5	5834,87		2592,3	2186,3	1532,6	12146,1	4433317
4	2	420000	840000					191,0	161,1	11,0	363,1	132532
5	1	420000	420000					191,0	161,1	0,2	352,3	128604
6	1	400000	400000					181,9	153,4	39,7	375,0	136874
7	1	5200000	5200000					2364,9	1994,5	1090,5	5449,9	1989223
8	1	300000	300000					136,4	115,1	39,7	291,2	106274
9	1	$\frac{637081^*}{799764,8}$	1436846	0,95	345,8	452,91		656,4	394,0	460,0	1963,3	716616
10	5	900000	4500000	0,00	0,0	0,00		409,3	345,2	2379,2	3133,7	1143815
11	5	7000000	35000000	2,37	864,6	1132,28		3835,6	3452,1	1189,6	9609,6	3507491
12			32635000									
			<b>100864151</b>		<b>6011,3</b>	<b>7872,28</b>		<b>12089,8</b>	<b>10014</b>	<b>7201,6</b>	<b>37177,9</b>	<b>13569946</b>
<b>Технология кормления КРС с самоходным миксером (вариант № 3)</b>												
1	1	3037841	3037841	0,46	167,1	218,81		1664,6	1165,2	766,3	3814,9	1392425
2	1	1080121	1080121	0,16	59,4	77,80		369,9	414,3	272,5	1134,5	414075
3	2	420000	840000					191,0	161,1	11,0	363,1	132532
4	1	420000	420000					191,0	161,1	0,2	352,3	128604
5	1	2096026	2096026	0,32	115,3	150,97		1148,5	804,0	116,6	2220,0	810306
6	1	10480129	10480129	1,58	576,4	754,86		5742,5	4019,8	777,2	11294,4	4122448
			<b>17954116</b>		<b>918,2</b>	<b>1202,43</b>		<b>9307,5</b>	<b>6725,4</b>	<b>1943,8</b>	<b>19179,2</b>	<b>7000390</b>

\*Указана балансовая стоимость энергетического средства (трактора) и агрегируемой машины, руб.

\*\* Столбец № 18 учитывается в столбцах 19 и 20.

Таблица 4

**Основные технико-экономические показатели технологий приготовления и раздачи кормов на фермах крупного рогатого скота**

Table 4

**Main technical and economic indicators of feed preparation and distribution technologies used on cattle farms**

Показатель	Технология № 1 (прицепной миксер)	Технология № 2 (роботизированный кормоцех)	Технология № 3 (самоходный миксер)
Валовое производство корма, т/год	17292,21		
Эксплуатационные расходы (прямые затраты) по элементам на ферму в сутки, руб/т	<b>536,59</b>	<b>784,74</b>	<b>404,83</b>
в том числе зарплата производственным рабочим	32,76	166,17	25,38
отчисления на амортизацию машины и оборудование фермы	234,36	255,19	196,46
отчисления на текущий ремонт и техническое обслуживание машины и оборудование фермы	148,72	211,38	141,96
ГСМ, электроэнергия, топливо и прочие расходы	120,74	152,01	41,03
Затраты труда, чел.-ч/год	0,073	0,35	0,053

### Выводы

1. Рассмотрены три варианта технологии приготовления и раздачи кормов на фермах крупного рогатого скота: 1) со смесителем-раздатчиком кормов с погрузочной фрезой; 2) с кормоцехом и роботом-кормораздатчиком; 3) с самоходным смесителем-раздатчиком кормов с погрузочной фрезой.

2. Разработанная программа и методические рекомендации позволили рассчитать

технико-экономические показатели трех технологий приготовления и раздачи кормов и по критерию минимизации эксплуатационных затрат на технологический процесс выбрать наиболее оптимальную технологию. Минимальные эксплуатационные затраты получены в технологии с самоходным смесителем-раздатчиком кормов Siloking SelfLine 30 с погрузочной фрезой (вариант № 3).

### Список источников

1. Лобачевский Я.П., Дорохов А.С. Цифровые технологии и роботизированные технические средства для сельского хозяйства // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2021. Т. 15, № 4. С. 6-10. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2021-15-4-6-10>
2. Анищенко А.Н., Шутьков А.А. Проблемы реализации Доктрины продовольственной безопасности России // Продовольственная политика и безопасность. 2021. Т. 8, № 1. С. 9-22. <https://doi.org/10.18334/ppib.8.1.111777>
3. Булгаков А.М., Булгакова Д.А., Мотовилов К.Я. и др. Особенности кормления полнорационными кормовыми смесями дойного стада при привязном содержании коров // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2024. № 7 (237). С. 42-49. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2024-237-7-42-49>
4. Никитин Е.А. Техничко-технологический анализ систем приготовления кормовой смеси для КРС // Инновации в сельском хозяйстве. 2019. № 2 (31). С. 53-61. EDN: XWХОEW
5. Столярова О.А., Решетникова Ю.В. Развитие кормовой базы молочного скотоводства // Сурский вестник. 2022. № 3 (19). С. 96-99. EDN: МКUBCF
6. Михайличенко С.М., Купреенко А.И. Автоматизация процессов приготовления и раздачи рационов кормления на фермах КРС // Техника и технологии в животноводстве. 2023. № 1 (49). С. 11-19. EDN: IERSCV
7. Ценч Ю.С. Научно-технический потенциал как главный фактор развития механизации сельского хозяйства // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2022. Т. 16, № 2. С. 4-13. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2022-16-2-4-13>

### References

1. Lobachevskiy Ya.P., Dorokhov A.S. Digital technologies and robotic devices in the agriculture. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2021;15(4):6-10. (In Russ.) <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2021-15-4-6-10>
2. Anishchenko A.N., Shutikov A.A. Problems of implementation of the Russian Food Security Doctrine. *Food Policy and Security*. 2021;8(1):9-22. (In Russ.) <https://doi.org/10.18334/ppib.8.1.111777>
3. Bulgakov A., Bulgakova D., Motovilov K. et all. Features of feeding complete feed mixtures to a milking herd under tie-up housing. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2024;7:42-49. (In Russ.) <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2024-237-7-42-49>
4. Nikitin E.A. Technological analysis of systems of preparation of feed mixtures for cattle. *Innovatsii v selskom khozyaystve*. 2019;2:53-61. (In Russ.)
5. Stolyarova O.A., Reshetkina, Yu.V. Development of the feed base of dairy cattle breeding. *Sursky Vestnik*. 2022;3:96-99. (In Russ.)
6. Mikhaylichenko S.M., Kupreenko, A.I. Automation of feeding rations' cooking and distributing on cattle farms. *Machinery and Technologies in Livestock*. 2023;1(49):11-19. (In Russ.)
7. Tsench Yu.S. Scientific and technological potential as the main factor for agricultural mechanization development. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2022;16(2):4-13. (In Russ.) <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2022-16-2-4-13>
8. Bulatov S.Yu., Zykin A.A., Nechaev V.N. et all. Model of feed preparation in the conditions of small farms.

8. Булатов С.Ю., Зыкин А.А., Нечаев В.Н. и др. Модель приготовления кормов в условиях малых форм хозяйствования // Техника и оборудование для села. 2023. № 4. С. 26-30. EDN: LIHQCT

9. Морозов Н.М. Направления технического прогресса в механизации и автоматизации животноводства и эффективность их применения // Техника и оборудование для села. 2022. № 12 (306). С. 2-5. EDN: SKUYQQ

10. Никитин Е.А., Кирсанов В.В., Самарин Г.Н. и др. Совершенствование технологии раздачи корма на молочно-товарных фермах для крупного рогатого скота // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2024. Т. 25, № 5. С. 938-948. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.5.938-948>

11. Фролов В.Ю., Рытов К.П. Совершенствование технологического процесса смешивания концентрированных кормов // Эффективное животноводство. 2023. № 3 (185). С. 70. EDN: FZVHNC

12. Косолапов В.М., Шевцов А.В., Милев А.Д. Стратегия разработки смесителей кормов для животноводческих ферм // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2015. № 3 (19). С. 129-134. EDN: VCGSED

13. Samarin G.N., Vasilyev A.N., Dorokhov A.S. et al. Optimization of power and economic indexes of a farm for the maintenance of cattle. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2020;1072:679-689. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-33585-4\\_66](https://doi.org/10.1007/978-3-030-33585-4_66)

#### Информация об авторах

<sup>1</sup> Самарин Геннадий Николаевич, д-р техн. наук, профессор; [samaringn@yandex.ru](mailto:samaringn@yandex.ru); <http://orcid.org/0000-0002-4972-8647>; SPIN-код: 3903-0454

<sup>2</sup> Кирсанов Владимир Вячеславович, чл.- корр. РАН, д-р техн. наук, профессор; [kirvv2014@mail.ru](mailto:kirvv2014@mail.ru); <http://orcid.org/0000-0003-2549-4070>; SPIN-код: 3983-5253

<sup>3</sup> Никитин Евгений Александрович, канд. техн. наук, старший научный сотрудник; [evgeniy.nicks@yandex.ru](mailto:evgeniy.nicks@yandex.ru); <http://orcid.org/0000-0003-0918-2990>; SPIN-код: 7453-6947.

<sup>4</sup> Баишева Равза Анвяровна, канд. техн. наук, старший научный сотрудник; [rozamamedova@mail.ru](mailto:rozamamedova@mail.ru); <http://orcid.org/0000-0001-9145-4478>; SPIN-код: 2189-0469

<sup>1,2,3,4</sup> Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ; 109428, Российская Федерация, г. Москва, 1-й Институтский проезд, 5

#### Вклад авторов

Кирсанов В.В. – концептуализация, верификация данных, руководство исследованием;

Самарин Г.Н. – методология, программное обеспечение, ресурсы;

Никитин Е.А. – формальный анализ, администрирование данных, создание черновика рукописи;

Баишева Р.А. – создание окончательной версии (доработка) рукописи и ее редактирование, проведение исследования, визуализация.

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов и несут ответственность за плагиат

Статья поступила 31.10.2025, после рецензирования и доработки 16.04.2026, принята к публикации 14.05.2026

*Machinery and equipment for rural areas*. 2023;4:26-30. (In Russ.) <https://doi.org/10.33267/2072-9642-2023-4-26-30>

9. Morozov N.M. Directions of technical progress in the mechanization and automation of animal husbandry and the effectiveness of their application. *Machinery and Equipment for Rural Area*. 2022;12(306):2-5. (In Russ.)

10. Nikitin E.A., Kirsanov V.V., Samarin G.N. et al. Improving the technology of feed distribution on dairy farms for cattle. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2024;25(5):938-948. (In Russ.) <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.5.938-948>

11. Frolov V.Yu., Rytov K.P. Improving the technological process of mixing concentrated feeds. *Effektivnoe zhivotnovodstvo*. 2023;3(185):70. (In Russ.)

12. Kosolapov V.M., Shevtsov A.V., Milev A.D. Strategy for the development of feed mixers for livestock farms. *Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva*. 2015;3:129-134. (In Russ.)

13. Samarin G.N., Vasilyev A.N., Dorokhov A.S. et al. Optimization of power and economic indexes of a farm for the maintenance of cattle. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2020;1072:679-689. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-33585-4\\_66](https://doi.org/10.1007/978-3-030-33585-4_66)

#### Author Information

Gennadiy N. Samarin<sup>1</sup>, DSc (Eng), Chief Research Engineer, Associate Professor; [samaringn@yandex.ru](mailto:samaringn@yandex.ru); <http://orcid.org/0000-0002-4972-8647>

Vladimir V. Kirsanov<sup>2</sup>, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, DSc (Eng), Professor; [kirvv2014@mail.ru](mailto:kirvv2014@mail.ru); <http://orcid.org/0000-0003-2549-4070>.

Evgeniy A. Nikitin<sup>3</sup>, Senior Research Engineer, CSc (Eng), [evgeniy.nicks@yandex.ru](mailto:evgeniy.nicks@yandex.ru); <http://orcid.org/0000-0003-0918-2990>.

Ravza A. Baisheva<sup>4</sup>, CSc (Eng), Lead Specialist; [rozamamedova@mail.ru](mailto:rozamamedova@mail.ru); <http://orcid.org/0000-0001-9145-4478>;

<sup>1,2,3,4</sup> Federal Scientific Agroengineering Center VIM; 109428, Russian Federation, Moscow, 1st Institut'sky Proyezd Str., 5

#### Author Contribution

V.V. Kirsanov – conceptualization, data verification, researcher supervision;

G.N. Samarin – methodology, software, resources;

E.A. Nikitin – formal analysis, data administration, writing – original draft; resources;

R.A. Baisheva – writing – review and editing of the manuscript, investigation, visualization

#### Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests and are responsible for plagiarism

Received 31.10.2025; Revised 16.04.2026; Accepted 14.05.2026