

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.

**Ключевые слова:** теленок, молочный период, заменитель цельного молока, кормление телят, продуктивность, робот-раздатчик.

**Формат цитирования:** Вторый В.Ф., Вторый С.В., Ильин Р.М. Инновационная технология приготовления и выдачи заменителя цельного молока молодняку крупного рогатого скота // *Агроинженерия*. 2020. № 4(98). С. 25-32. DOI: 10.26897/2687-1149-2020-4-25-32.

## INNOVATIVE TECHNOLOGY OF MILK REPLACER PREPARATION FOR CALF FEEDING

**VALERIY F. VTORIY, DSc (Eng), Chief Research Engineer**

E-mail: vvtoryj@yandex.ru

**SERGEI V. VTORIY, PhD (Eng), Senior Research Engineer**

E-mail: 2vt\_1981@list.ru

**ROMAN M. ILYIN, Junior Research Engineer**

E-mail: Ilinrom@yandex.ru

Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – Branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM (IEEP – Branch of FSAC VIM); 196625, Filtrovskoye Shosse, 3, Tyarlevo, Saint Petersburg, Russian Federation

The problem of increasing the efficiency of young cattle raising can be addressed by designing the structural, technological, and functional schemes of automatic milk replacer preparation and calf feeding with robotic devices. Following the survey results of current cattle feeding systems and devices, a structural and technological scheme for the operation of the milk replacer feeding system was developed and a functional diagram of the automatic system for preparation and feeding of milk replacers with the use of a robotic tool was proposed. These schemes are designed to develop a rational technology for calf feeding to achieve the preset technological parameters providing improved production efficiency. The positioning system of the feeding robot strictly monitors and adjusts its route, and an integrated local control system monitors the processes and makes timely adjustments in a real-time mode. The development and application of systems, which include mobile robotic feeding systems, will minimize the use of manual labor, improve the quality of technological operations, and help respond to the import substitution challenge.

**Key words:** calf, milk feeding period, milk replacer, calf feeding, productivity, feeding robot.

**For citation:** Vtoriy V.F., Vtoriy S.V., Ilyin R.M. Innovative technology of milk replacer preparation for calf feeding // *Agricultural Engineering*, 2020; 4 (98): 25-32. (In Rus.). DOI: 10.26897/2687-1149-2020-4-25-32.

**Введение.** Развитие информационных технологий предоставляет возможность модернизации и разработки технологических машин на новом уровне. Компьютеризация и автоматизация технологических процессов позволяет значительно повысить производительность и существенно сократить энергетические затраты на производство животноводческой продукции [1].

Первый период выращивания молодняка (до 4 месяцев), называемый молочным, является самым ответственным, так как в этот период роста проявляются генетически заложенные возможности животного. Главная задача этого периода – это соблюдение норм кормления. Нарушения в рационе приводят к снижению прироста живой массы, резистентности организма и появлению ряда заболеваний желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) [2, 3, 4].

Заменители цельного молока (ЗЦМ) представляют собой сложные кормовые смеси, содержащиеся в легкоусвояемой форме важнейшие питательные вещества: белки, жиры, углеводы, витамины, минеральные вещества. Сегодня хозяйствам предлагается широкий диапазон заменителей цельного молока российского производства, причем с 2017 по 2019 гг. наблюдается значительный рост производства на 35,8%.

Полноценное использование ЗЦМ при выращивании молодняка КРС – это применение порошкообразных питательных смесей, имеющих постоянный химический состав, которые гарантируют полноценность компонентов и соблюдение рецептуры. А так же строгое соблюдение норм приготовления и выдачи жидкой смеси животному в соответствии с его потребностями (возраст, продуктивность и т.д.). Полноценное кормление ЗЦМ снижает риск заболеваемости болезнями ЖКТ молодняка, значительно уменьшает расходы на выпойку и повышает прибыльность производства.

Наибольшие приросты живой массы теленка получают при использовании ЗЦМ с содержанием сырого протеина 22...24% и сырого жира от 15% [5]. Одним из ведущих отечественных производителей является компания «МУСТАНГ ТЕХНОЛОГИИ КОРМЛЕНИЯ», предлагающая широкий ряд ЗЦМ для кормления телят от 3-х дневного возраста, с показателями по сырому протеину от 14 до 23%, содержанию сырого жира от 12 до 18% и обменной энергией от 13,6 до 17,8 МДж/кг.

Первый (молочный) период выращивания теленка является очень трудоёмким и ресурсозатратным. Трудоёмкость связана с низким уровнем автоматизации процесса кормления молодняка – ручного дозирования порошка

ЗЦМ. Ресурсозатратность выражена через превышение норм кормления ЗЦМ за счёт отсутствия средств точного дозирования в хозяйствах, или использование для выпойки преимущественно цельного молока, что значительно дороже, чем кормление заменителем.

Для повышения эффективности кормления молодняка КРС необходимо разрабатывать и внедрять новые прогрессивные технологии, при этом обеспечивая их совершенствование в дальнейшем в соответствии с улучшением средств механизации и автоматизации процессов [2].

Федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства на 2017-2025 гг. предусматривается повышение инновационной активности (удельный вес инновационной продукции к общему объёму продукции) в сельском хозяйстве на 30%, что потребует увеличения затрат на научные исследования и инновационные разработки [6].

**Цель исследования** – разработка структурно-технологической и функциональной схем системы автоматического приготовления и выдачи ЗЦМ молодняку крупного рогатого скота с использованием робота-раздатчика.

**Материал и методы.** При решении проблемы повышения эффективности выращивания молодняка КРС в молочный период необходимо разработать и внедрить автоматизированные и роботизированные системы кормления, минимизирующие применение ручного труда и повышающие качество кормления за счёт контроля всей технологии.

В основе данного исследования лежат методы библиографического поиска и системного анализа. В задачу системного анализа входит установление структурных связей между элементами системы. Результатом является разработка эталонной модели функционирования системы кормления.

Управление системой «Животное-среда-машина» характеризуется множеством взаимосвязей и взаимодействий. Структурно она состоит из отдельных этапов процесса кормления, которые объединены информационными потоками через общую базу данных [7].

Схема контроля на каждом этапе процесса кормления показана на рисунке 1. Поэтапный контроль позволит выявить проблемные моменты при выполнении отдельных процессов (дозирования, приготовления, раздачи и т.д.), вовремя устранить сбой или скорректировать его параметры.

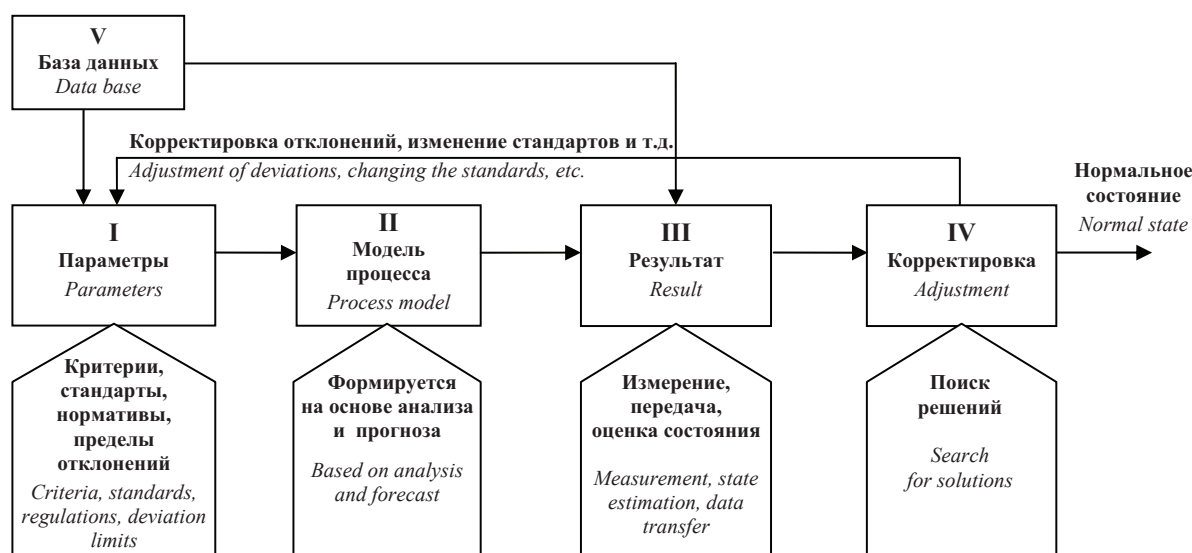


Рис. 1. Схема контроля на каждом этапе процесса кормления

Fig.1. Control pattern at each feeding stage

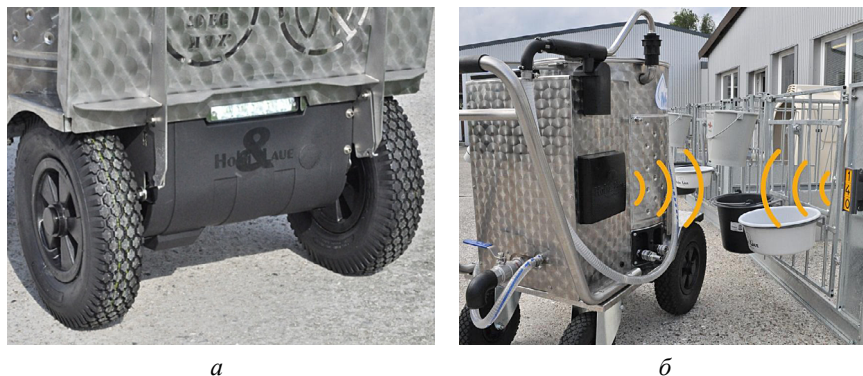
**Результаты и обсуждение.** Отечественные и зарубежные производители оборудования для животноводства предлагают различные установки для кормления телят. Наиболее технически современными являются импортные автоматизированные установки для приготовления и раздачи ЗЦМ, таких фирм как: *Urban, Holm&Laue* (Германия), *DeLaval* (Швеция) и др. Одна из таких установок это «Молочное такси» фирмы *Holm&Laue*, выполняющая функции приготовления, транспортировки и выдачи смеси ЗЦМ при индивидуальном и групповом содержании молодняка КРС, легко передвигающаяся благодаря электрическому приводу ходового механизма (рис. 2а). «Молочное такси» распознаёт по радиометке номер секции и количество животных в ней, гарантируя этим точность порции (рис. 2б).

Все данные о кормлении хранятся в памяти установки и доступны для чтения с внешних устройств (планшет, компьютер) [8].

Другой вид оборудования для выпойки телят – это автоматические станции. *Urban КормоМА-МА ALMA 100* обеспечивает индивидуальное кормление до 100 телят с применением порошка ЗЦМ или цельного молока. Устройство считывает номер на ошейнике телёнка, и в соответствии с программой выпойки разрешает получить животному порцию смеси ЗЦМ или цельного молока, подготовленную в *КормоМАМЕ* (рис. 3б) через станцию выпойки (рис. 3г). При этом учитываются индивидуальная скорость выпойки, число посещений станции и количество выпитого молока или ЗЦМ животным. Здесь в качестве

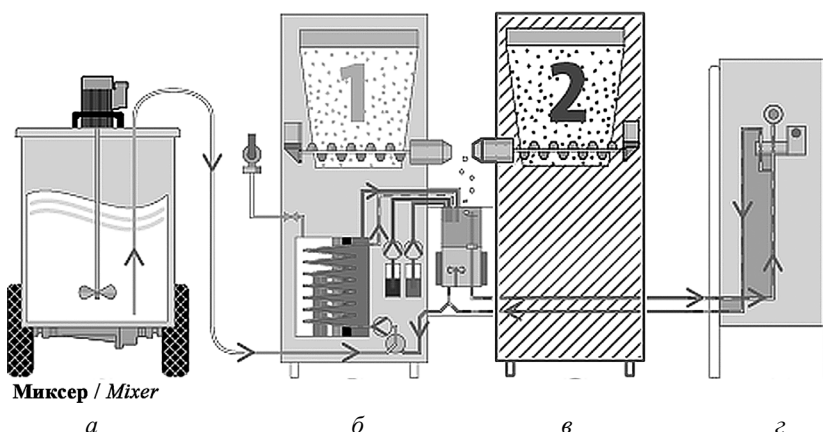
особенности можно отметить, что комплект позволяет выдавать одной группе телят два разных сорта порошка ЗЦМ. В миксере смешивается два сорта ЗЦМ

в любых соотношениях, что обеспечивает постепенный полный перевод телят с одного сорта ЗЦМ на другой (рис. 3) [9].



**Рис. 2. «Молочное такси» фирмы Holm&Laue:**  
 а – электрический привод ходового механизма; б – распознавание по радиометке

**Fig. 2. Milk taxi (Holm&Laue):**  
 а – the electric drive of a running gear; б – RFID object recognition



**Рис. 3. Комплект оборудования для выпойки телят Urban:**  
 а – ёмкость для цельного молока; б – кормоМАМА Alma Pro;  
 в – установка с бункером для второго ЗЦМ; г – станция выпойки

**Fig.3. Urban set of equipment for calf drinking:**  
 а – whole milk feed; б – CalfMom Alma Pro;  
 в – a hopper extension for the second milk replacer (Urban Alma Pro Duo); г – a drinking station

Инновационную систему автоматического кормления взрослых животных предлагает компания *Lely* (Нидерланды). Система «Умного» кормления *Vector* выполняет в автоматическом режиме операции загрузки, смешивания и раздачи различных порций корма отдельным группам животных. В её состав включён робот-кормораздатчик, который является полностью автономной роботизированной системой. В качестве его особенностей можно выделить антенну для связи с главным компьютером, адаптер для самостоятельного подключения к зарядному устройству, ультразвуковые датчики для безопасного движения внутри фермы. Система способна запомнить до 16 видов смесей, соответствующих требуемым рационам конкретных коров и молодняка [1, 10, 11]. Она позволяет увеличить производительность труда на 10...15% и обеспечить равномерное и своевременное кормление коров определенными порциями [12].

По результатам анализа разработана структурно-технологическая схема функционирования системы кормления ЗЦМ молодняка КРС (рис. 4). Схема имеет блочную структуру, в которой установлена взаимосвязь параметров и режимов работы оборудования, участвующего в процессе приготовления и выдачи ЗЦМ, с физиологической потребностью животных, обусловленной их ростом и развитием, что даст возможность максимально реализовать их генетический потенциал. Такая структура позволяет эффективно управлять процессом в автоматическом режиме, обеспечивая необходимую продуктивность животных при снижении трудоёмкости процесса и экономии ресурсов.

Структурно-технологическая схема включает ряд функций и программ: учёт и расчёт рациона ингредиентов состава смеси (блок «Склад кормов», блок «Расчёт рациона»); контроль процессов дозирования (блок «Процесс дозирования») и смешивания (блок «Процесс смешивания»);

контроль соответствия параметров и режимов работы оборудования (блок «Диагностика систем») и качества приготовления смеси (блок «Контроль качества смеси»);

процесс доставки (блок «Движение по маршруту») и выдачи готовой смеси животным (блок «Автоматическая раздача корма»).

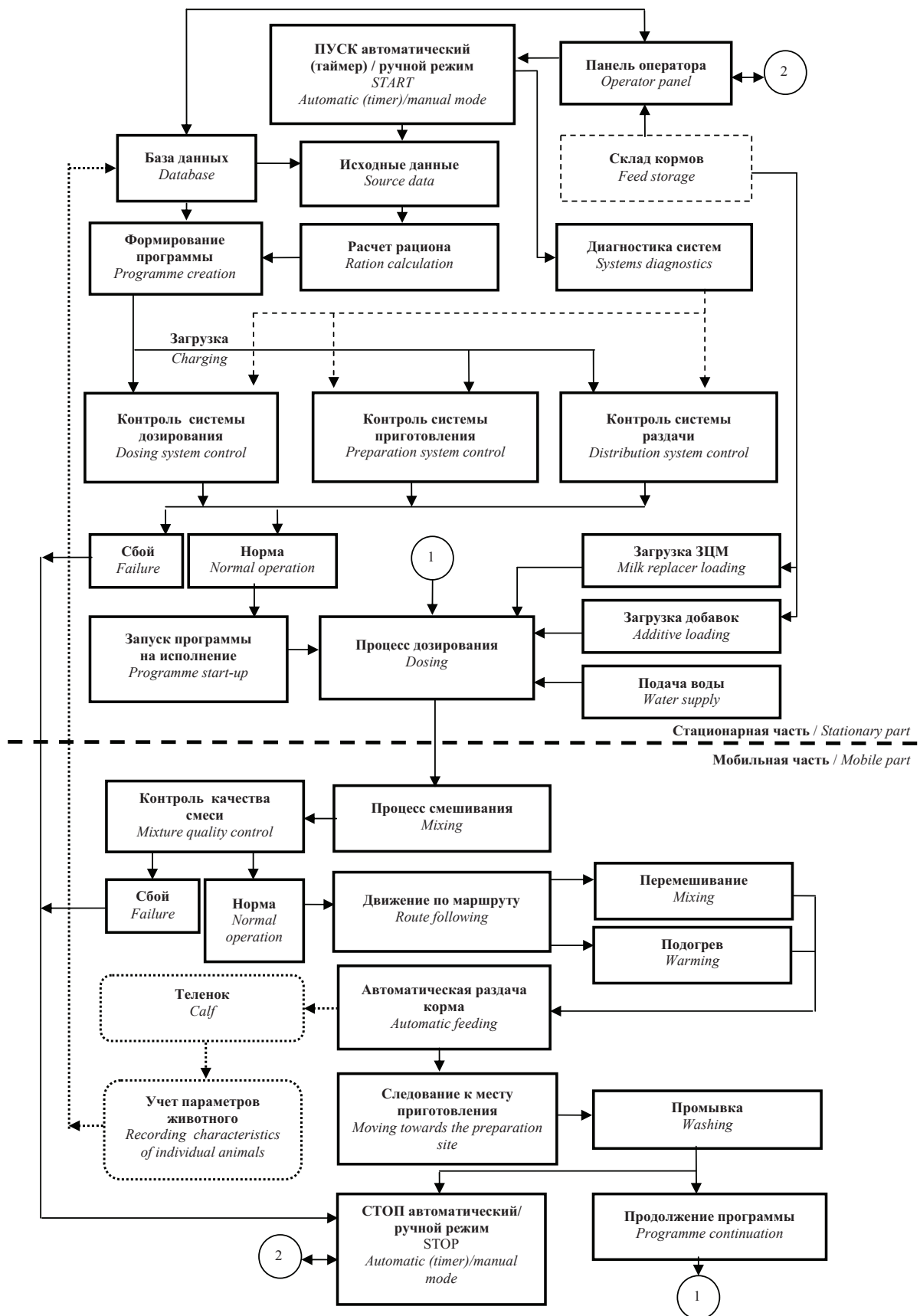


Рис. 4. Структурно-технологическая схема функционирования системы кормления ЗЦМ молодняка КРС

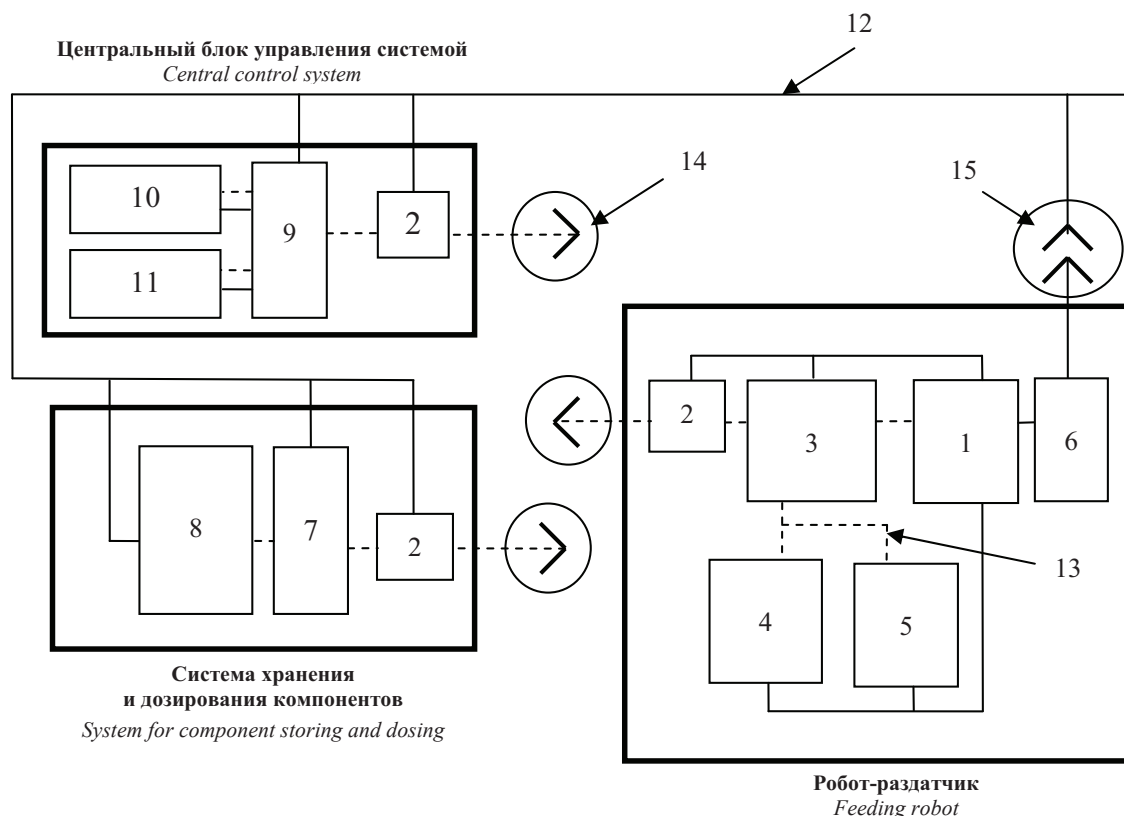
Fig.4. Structural and technological scheme of the system for calf feeding with milk replacers

«База данных» – «мозг» всей системы, в ней содержится вся необходимая информация о состоянии процессов, ресурсах, сбоях и др., которая структурируется и хранится с возможностью доступа специалиста. В блоке «формирование программы» создается программа на основе физиологических потребностей животных, суточного прироста живой массы, наличия и расхода ингредиентов корма, рациона, задаются параметры и режимы работы оборудования для приготовления и выдачи ЗЦМ.

При несоответствии оптимальным режимам и параметрам вносятся изменения или сообщается специалисту

(блок «Панель оператора»). Специалист (оператор) может осуществлять контроль и управление в ручном режиме всеми процессами, что позволяет своевременно вносить корректировки в любой момент. Необходимость блока «учёт параметров животного» обусловлена регулярным контролем возраста и живой массы каждого животного, это позволит дать оценку соответствия применяемой технологии кормления в соответствии с заданными показателями.

На рисунке 5 представлена функциональная схема системы автоматического приготовления и выдачи ЗЦМ с использованием роботизированного средства.



**Рис. 5. Функциональная схема системы автоматического приготовления и выдачи ЗЦМ с роботом-раздатчиком:**

- 1 – источник питания (аккумуляторная батарея); 2 – беспроводный модуль связи;
- 3 – система управления роботом-раздатчиком; 4 – электропривод рабочих органов; 5 – электропривод колес;
- 6 – система управления зарядкой; 7 – система управления хранением и дозированием компонентов;
- 8 – электропривод рабочих органов системы хранения и дозирования; 9 – центральная система управления;
- 10 – панель оператора; 11 – хранилище базы данных; 12 – силовая сеть; 13 – управляющая сеть;
- 14 – антенна; 15 – разъём подзарядки робота-раздатчика

**Fig. 5. Functional scheme of an automatic system of milk replacer preparation and distribution with a feeding robot:**

- 1 – a power source (accumulator); 2 – a wireless communication module; 3 – a feeding robot control system;
- 4 – an electric driver of work tools; 5 – an electric driver of wheels; 6 – a charging control system;
- 7 – a component storing and dosing control system; 8 – an electric driver of work tools of the storing and dosing system;
- 9 – a central control system; 10 – an operator panel; 11 – a database depository; 12 – a power main; 13 – a control network;
- 14 – an antenna; 15 – a charging connector of feeding robot

Система состоит из трёх элементов (рис. 5): робота-раздатчика и системы хранения и дозирования компонентов, управляемых центральным блоком управления с помощью беспроводного модуля связи 2 и антенны 14. Питание всех узлов робота-раздатчика осуществляется от аккумуляторной батареи 1, которая заряжается через разъёмный узел подзарядки 15. Основным источником энергии для всей системы служит силовая сеть 12 фермы.

Робот-раздатчик и система хранения и дозирования компонентов имеют собственные системы управления 3 и 7 соответственно, в которые передаются сформированные программы от центральной системы управления 9, связанной с панелью оператора 10 и блоком базы данных 11. Системы управления 3 и 7 отвечают за выполнение программы управления всеми рабочими органами процессов приготовления и выдачи ЗЦМ (4, 5, 6, 8).

Таким образом, роботы-раздатчики приготовления и выдачи ЗЦМ снижают количество обслуживающего персонала; обеспечивают график кормления в соответствии с физиологической потребностью животных и соблюдение рецептуры при экономии ресурсов. Возможно использование двух и более роботов-раздатчиков с одним стационарным комплектом оборудования для дозирования компонентов. Наличие системы позиционирования робота-раздатчика позволяет отслеживать и корректировать маршрут, а единая локальная система управления позволяет контролировать процессы и вносить своевременные корректировки в режиме реального времени.

### Библиографический список

1. Вторый В.Ф., Вторый С.В., Ильин Р.М. Инновационные технические средства с интеллектуальным управлением для производства молока и говядины // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2018. № 3 (96). С. 193-203. DOI: 10.24411/0131-5226-2018-10073.
2. Филинков А.С., Солонщиков П.Н., Обласов А.Н. Исследование эффективности процесса приготовления смесей в смесительной установке при непрерывном внесении компонентов // Вестник НГИЭИ. 2017. 3(70). С. 22-32.
3. Елисеев М.С., Елисеев И.И. Эффективное скормливание жидких кормов телятам // Аграрный научный журнал. 2015. № 12. С. 40-42.
4. Ажигова С.В., Сергеев Н.С. Теоретические предпосылки к обоснованию технологической линии для приготовления жидкого заменителя цельного молока с использованием диспергатора-гомогенизатора роторного типа // АПК России. 2020. № 1. С. 60-66.
5. Чумак А.М. Эффективность производства молока: актуальность проблемы на сельхозпредприятиях // Молочная промышленность. 2014. № 9. С. 68-69.
6. Кондратьева О.В., Федоров А.Д., Слинко О.В., Войтюк В.А. К вопросу о повышении эффективности в отрасли животноводства // Эффективное животноводство. 2019. № 5. С. 56-57.
7. Гордеев В.В., Вторый С.В., Собоная С.В. Алгоритм управления процессом поения в коровниках // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2018. Вып. 97. С. 227-234. DOI: 10.24411/0131-5226-2018-10110.
8. Молочное такси Holm&Laue. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.holm-laue.de/index.php/milchtaxi?ln=ru-RU#ad-image-0/> (дата обращения 11.05.2020).
9. КормоМАМА ALMA 100. [Электронный ресурс]. URL: <http://urbanrussia.ru/mama-alma/> (дата обращения 11.05.2020).
10. Докучаев Н. Lely Vector-роботизированная система кормления [Электронный ресурс]. URL: <http://1001tema.ru/p/lely-vector-robotizirovannaya-sistema-kormleniya> (дата обращения 2.03.2020)
11. Кормление. Оптимальное использование кормов для обеспечения здоровья и продуктивности коров. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.lely.com/ru/solutions/feeding/> (дата обращения 2.03.2020)

### Выводы

1. Разработка и применение автоматизированных систем, включающих мобильные роботы-раздатчики, позволит свести к минимуму использование ручного труда, повысит качество выполнения технологических операций и будет способствовать решению задач импортозамещения.
2. Предложенные структурно-технологическая и функциональные схемы позволят сформировать рациональную технологию кормления молодняка КРС с достижением заданных технологических показателей, обеспечивающих повышение эффективности производства.

### References

1. Vtoriy V.F., Vtoriy S.V., Ilyin R.M. Innovatsionnye tekhnicheskiye sredstva s intellektual'nym upravleniem dlya proizvodstva moloka i govjadiny [Innovative machines and equipment with intelligent control for milk and beef production]. *Tekhnologii i tekhnicheskiye sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktcii rastenievodstva i zhivotnovodstva*, 2018; 3(96): 193-203. DOI: 10.24411/0131-5226-2018-10073. (In Rus.)
2. Filinkov A.S., Solonshchikov P.N., Oblasov A.N. Issledovaniye effektivnosti protsesssa prigotovleniya smesey v smesitel'noy ustanovke pri nepreryvnom vnesenii komponentov [Study of the efficiency of preparing mixtures in the mixing machine with the continuous introduction of components]. *Vestnik NGIEI*, 2017; 3(70): 22-32. (In Rus.)
3. Eliseyev M.S., Eliseyev I.I. Effektivnoye skarmlivaniye zhidkikh kormov telyatam [Effective supply of calves with liquid feeds]. *Agrarniy nauchniy zhurnal*, 2015; 12: 40-42. (In Rus.)
4. Azhigova S.V., Sergeev N.S. Teoreticheskiye predposylki k obosnovaniyu tekhnologicheskoy linii dlya prigotovleniya zhidkogo zamenitelya tsel'nogo moloka s ispol'zovaniem dispergatora-gomogenizatora rotornogo tipa [Theoretical background to designing a production line for preparing a liquid replacer for whole milk using a rotary-type homogenizer dispersant]. *APK Rossii*, 2020; 1: 60-66. (In Rus.)
5. Chumak A.M. Effektivnost' proizvodstva moloka: aktual'nost' problemy na sel'khoz predpriyatiyakh [Efficiency of milk production: the problem relevance for agricultural enterprises]. *Molochnaya promyshlennost'*, 2014; 9: 68-69. (In Rus.)
6. Kondratieva O.V., Fedorov A.D., Slin'ko O.V., Voytyuk V.A. K voprosu o povyshenii effektivnosti v otrasli zhivotnovodstva [Assessing the efficiency improvement in livestock breeding]. *Effektivnoye zhivotnovodstvo*, 2019; 5: 56-57. (In Rus.)
7. Gordeyev V.V., Vtoriy S.V., Sobovaya S.V. Algoritm upravleniya protsessom poeniya v korovnikakh [Control algorithm of livestock watering in cow barns]. *Tekhnologii i tekhnicheskiye sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktcii rastenievodstva i zhivotnovodstva*, 2018; 4(97): 227-234. DOI: 10.24411/0131-5226-2018-10110. (In Rus.)
8. Milk taxi of Holm&Laue. [Electronic resource]. URL: <https://www.holm-laue.de/index.php/milchtaxi#ad-image-0> (Access date 11.05.2020). (In German)

12. Морозов Н.М., Хусаинов И., Варфоломеев А.С. Эффективность применения робототехнических систем в животноводстве // Вестник ВНИИМЖ. 2019. 1(33). С. 57-62.

9. Urban KormoMAMA ALMA 100 telyat. [Urban Calf-Mom ALMA for 100 calves]. [Electronic resource]. URL: <http://urbanrussia.ru/mama-alma/> (Access date 11.05.2020). (In Rus.)

10. Novikov A., Dokuchaev N. Lely Vector – robotizirovannaya sistema kormleniya [Lely Vector as a robotic feeding system]. [Electronic resource]. URL: <http://1001tema.ru/p/lely-vector-robotizirovannaya-sistema-kormleniya> (Access date 02.03.2020) (In Rus.)

11. Feeding. [Electronic resource]. URL: <https://www.lely.com/solutions/feeding/> (Access date 02.03.2020) (In English)

12. Morozov N.M., Khusainov I., Varfolomeyev A.S. Effektivnost' primeneniya robototekhnicheskikh sistem v zhivotnovodstve [Efficiency of using robotic systems in livestock breeding]. *Vestnik VNIIMZh*, 2019; 1(33): 57-62. (In Rus.)

### Критерии авторства

Второй В.Ф., Второй С.В., Ильин Р.М. выполнили теоретические исследования, на основании полученных результатов провели обобщение и написали рукопись. Второй В.Ф., Второй С.В., Ильин Р.М. имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила 29.05.2020

Опубликована 31.08.2020

### Contribution

V.F. Vtoriy, S.V. Vtoriy, R.M. Ilyin performed theoretical studies, and based on the results obtained, generalized the results and wrote a manuscript. V.F. Vtoriy, S.V. Vtoriy, R.M. Ilyin 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 29, 2020

Published 31.08.2020