

DOI
УДК 631.363

МОДЕЛИРОВАНИЕ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Коновалов Владимир Викторович, д-р техн. наук, проф. кафедры «Технология машиностроения», ФГБОУ ВО Пензенский ГТУ.

440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.

E-mail: konovalov-penza@rambler.ru

Терюшков Вячеслав Петрович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технический сервис в АПК», ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ.

440014, Пенза, ул. Ботаническая, 30.

E-mail: tvp141@mail.ru

Петрова Светлана Станиславовна, канд. техн. наук, доцент кафедры «Механика и инженерная графика», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: ssaariz@mail.ru

Ключевые слова: ферма, процесс, скотоводство, модель, коэффициент, продуктивность.

Цель исследований – совершенствование математической модели работы молочно-товарной фермы за счет уточнения выражения коэффициента эффективности молочно-продуктивности животного в производственных условиях. Методика исследований предусматривала определение аналитическими методами взаимосвязей технологических параметров у производственных процессов с показателями эффективности существующих моделей, описывающих эффективность молочного производства. Для оценки и поиска оптимальных вариантов ставится задача определить основные технологические факторы, влияющие на молочную продуктивность коров, а также учесть их в предлагаемой математической модели. На основе анализа и совершенствования существующих моделей, описывающих эффективность молочного производства, разработана математическая модель для определения молочно-продуктивности коров при изменении технологических процессов на ферме, позволяющая оценивать экономическую эффективность мероприятий с учетом соблюдения технологических требований. Решение подобной задачи связано с определением влияния на коэффициент эффективности молочно-продуктивности как биологических, так и технологических факторов содержания и обслуживания животных. В качестве факторов, влияющих на продуктивность коров, учитываются изменения породных свойств животных относительно породного стандарта; различия в генетике животных товарных ферм и животных, содержащихся на племенных объектах; особенности биологической эксплуатации коров и влияние их возраста; особенности реакции организмов на возникновение стрессовых ситуаций; нарушения в обеспечении животных водой; соответствие качества и количества кормов биологическим потребностям животного; негативное влияние доильного оборудования на здоровье коров; условия обеспечения надлежащих параметров микроклимата; воздействие навоза на параметры микроклимата, кожу и конечности животных; воздействие способов фиксации и ограничения движений животных.

MODELING MILK YIELD OF CATTLE BREED WHEN CHANGING TECHNOLOGICAL PROCESSES

V. V. Konovalov, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department «Engineering Technology», FSBEI HE Penza State Technological University.

440039, Penza, travel Baidukova/Gagarina street, 1A/11.

E-mail: konovalov-penza@rambler.ru

V. P. Teryushkov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department «Technical Service in Agro-industrial Complex», FSBEI HE Penza State Agrarian University.

440014, Penza, Botanicheskaya Street, 30.

E-mail: tvp141@mail.ru

S. S. Petrova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department «Mechanics and Engineering Graphics», FSBEI HE Samara State Agrarian University.
446442, Samara region, settlement Ust-Kinelsky, Uchebnaya street, 2.
E-mail: ssaariz@mail.ru

Keywords: farm, process, cattle breeding, model, coefficient, productivity.

The aim of the research is improving the mathematical model of Commercial dairy farm by the effect of improvement of efficiency coefficient of the milk yield on a production area. The research methodology provided for the determination by analytical methods the interrelationships of technological parameters of production processes with the performance indicators of existing models describing the efficiency of dairy production. The task is to determine major technological factors based on evaluation and search of optimal options that affect milk yield of cows, and consider them for the proposed mathematical model. Based on the analysis and improvement of existing models provided for the efficiency of dairy production, a mathematical model has been developed to determine milk yield due to the change and compliance of production technological processes. The problem solution is connected with the determination of influence of both biological and technological factors of management and feeding animals on the efficiency coefficient of dairy productivity. The following factors that can affect the productivity of cows are changes of breed characters relatively to its standard, differences between the genetics of commercial ranch cattle and ones of the bred livestock farm, specific reproductive exploitation and their age. And response to stressful situations; failure to provide with water timely; compliance of feed quality and quantity with the biological needs; negative impact of milking equipment on health; conditions ensuring proper microclimate, manure effects on skin and limbs, ways of animal retention and location.

Одной из важных отраслей сельского хозяйства является молочное скотоводство. Оно обеспечивает население молоком и молочными продуктами. В свою очередь, молоко обеспечивает человека многими незаменимыми витаминами, питательными веществами и микроэлементами. Для повышения экономической эффективности производства молока требуется повышение молочной продуктивности животных, содержащихся на ферме.

При реализации произведенного молока играет важную роль годовой надой от коровы и сортность (содержание жира и белка) молока [1].

Для увеличения молочной продуктивности осуществляется улучшение генетики животных (например, за счет использования спермы высокопродуктивных быков, или племенных телок), так и совершенствуются технологии содержания животных [2, 3].

Совершенствуется способ содержания, используются перспективные технические средства. За последние десятилетия имеется тенденция перехода хозяйств с привязного на беспривязный способ содержания. Последний способ увеличивает производительность труда. Однако имеющиеся результаты в ряде случаев весьма противоречивы: в работах [4, 5] большая продуктивность при привязном содержании, другие авторы [6] свидетельствуют о большей эффективности беспривязного содержания.

Изменение способа содержания кардинально влияет на конструкцию ограждений и систему навозоудаления [7, 8].

Для сокращения длительности доения стада, а соответственно, и эксплуатационных издержек, требуется разбивка молочного стада на группы по схожей молочной продуктивности и длительности доения коровы [9, 10].

Существующий рост молочной продуктивности определяется кормообеспеченностью животного. Важное значение имеет использование в достаточном количестве концентрированных кормов, а также постоянный рост их питательности.

Сбалансированность кормосмесей и наличие в их составе молокогонных добавок является важным элементом роста продуктивности коровы [11].

Другим немаловажным фактором является круглосуточное обеспечение животных водой. Здесь сказывается влияние фронта поения [12].

Немаловажным фактором оказывается поддержание микроклимата в помещении, когда повышенная температура и влажность не только угнетают коров, но и способствуют размножению микрофлоры. Неправильная циркуляция воздушных потоков способствует распространению

заболеваний [13, 14]. Для повышения молочной продуктивности скота требуется комплексный подход и учет влияния наиболее существенных факторов.

На основании проведенного обзора литературы и анализа математических моделей [15-17], описывающих технологические процессы, выполняемые на молочно-товарных животноводческих предприятиях, произведена модернизация и совершенствование математической модели производства молока.

Известна математическая модель академика Л. П. Кормановского [17], которая учитывает существующее многообразие действующих факторов и условий, а также необходимость отыскания оптимального сочетания параметров производственных, технологических и технических факторов. Модель включает уровень концентрации поголовья, обеспеченность кормами, набор и состав используемых кормов, породный состав животных, природно-климатические условия, и проч.

Отмечается наличие различных способов содержания животных, систем содержания, способов обслуживания, виды организации работ и режимов работы обслуживающего персонала и т. д. [17]

Цель исследования – совершенствование математической модели работы молочно-товарной фермы за счет уточнения выражения коэффициента эффективности молочной продуктивности животного в производственных условиях.

Задачи исследований – определить основные технологические факторы, влияющие на молочную продуктивность коров; разработать математическую модель для определения молочной продуктивности коров с учетом коэффициента эффективности производства молочно-товарного предприятия.

Материалы и методы исследований. Методика исследований предусматривает определение аналитическими методами взаимосвязей технологических параметров производственных процессов с показателем эффективности производства молочно-товарного предприятия.

Для оценки и поиска оптимальных вариантов ставится задача пересмотра и расчета миллионов возможных вариантов, отражающих различные сочетания использования машин и механизмов, процессов и технологий, применения разных способов содержания, обслуживания и т. д. [17].

Математическая модель эффективности использования потенциала животного предложена В. Ю. Фроловым и Д. П. Сыроевым [15]. Коэффициентом эффективности системы можно принять отношение полученной продукции P_0 к максимально возможной P_{max} , с учетом генетического потенциала животного ($k = P_0/P_{max} \rightarrow 1$). Планируемая продуктивность запишется в виде: $P_0 = P_{max} \cdot k$ [15].

Для получения качественно-количественного объема продукции необходимо обеспечить максимальную реализацию генетического потенциала каждого животного с учетом его индивидуальных особенностей, возраста, условий содержания, интенсивности эксплуатации и т. п. Коэффициент k редко можно представить как единичный показатель, при разном сочетании элементов в системе с разными временными координатами t_1, t_2, \dots, t_n он описывается неким набором характеристик k_1, k_2, \dots, k_n , а так же определяется зависимостью: $k = f(k_Y; k_K; \dots, k_{Ж})$ или описывается выражением [16]:

$$k = k_{II} \cdot k_{Г} \cdot k_Z \cdot k_P \cdot k_K \cdot k_E \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_{Bt} \cdot k_O \rightarrow 1, \quad (1)$$

где $k_{II}, k_{Г}, k_Z, k_P, k_K, k_E, k_C, k_B, k_{Bt}, k_O$ – эмпирические коэффициенты, учитывающие влияние породы, генетики, здоровья животных, качества поения; кормления; эксплуатации; содержания; вида; возраста и индивидуальных особенностей животного, соответственно. При этом у каждого показателя подсистемы максимальное значение в идеале соответствует единице [16]. Модели подобного типа широко применяются также в математическом моделировании процессов [18] и устройств [19].

Приведённая математическая модель требует эмпирического установления характера изменения сомножителей указанного коэффициента. Реализация модельного выражения может осуществляться в виде математической модели [16]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Xi = (\Xi_{\text{кор}} + \Xi_{\text{мех}} + \Xi_{\text{к.п.}} + \Xi_{\text{сф}})k_K \rightarrow \max \\ \sum_{j=1}^n C_{3j} = C_{3_{\text{ГК}}} + C_{3_{\text{б.к.}}} + C_{3_{\text{к.к.}}} + C_{3_{\text{ККП}}} \rightarrow \min \\ \Pi_T = \left[1 - \left(\frac{W_2}{Y_2} \div \frac{W_1}{Y_1} \right) \right] \cdot 100 \rightarrow \max \\ k_K = k_{\text{КОМП}} \cdot k_{\text{ПР}} \cdot k_{\text{СМ}} \rightarrow 1 \\ k = k_{\text{П}} \cdot k_{\text{Г}} \cdot k_{\text{З}} \cdot k_{\text{Р}} \cdot k_{\text{К}} \cdot k_{\text{Е}} \cdot k_{\text{С}} \cdot k_{\text{В}} \cdot k_{\text{Вт}} \cdot k_{\text{О}} \rightarrow 1 \\ \Theta_i \geq [\Theta_i]; Q_i \cdot t_i \geq G_i; t_i \leq [t_i], N_H \rightarrow \min \end{array} \right. , \quad (2)$$

где $\Xi_{\text{кор}}$, $\Xi_{\text{мех}}$, $\Xi_{\text{к.п.}}$, $\Xi_{\text{сф}}$ – прибыль, получаемая за счет совершенствования технологии кормления, механизации работ, повышения качества кормов, совмещения операций и обслуживания машиной нескольких объектов руб.; $C_{3_{\text{ГК}}}$, $C_{3_{\text{б.к.}}}$, $C_{3_{\text{к.к.}}}$, $C_{3_{\text{ККП}}}$ – совокупные затраты на приготовление кормов разных видов, руб./кг; Π_T – прирост производительности труда, %; Y_1 , Y_2 – уровень механизации до и после модернизации производства; W_1 , W_2 – годовой объем продукции до и после механизации работ, кг; $k_{\text{КОМП}}$, $k_{\text{ПР}}$, $k_{\text{СМ}}$ – коэффициент питательной ценности компонента, а также качества его приготовления и смешивания компонентов; Q_i – производительность i -й линии, кг/ч; G_i – количество приготовленного продукта, кг; $[\Theta_i]$, Θ_i – качество приготовления кормов по зоотребованиям и фактическое; $[t_i]$, t_i – допустимое время по зоотребованиям и фактическое на приготовление i -го компонента, ч; N_H – удельная энергоемкость кормоприготовления технологической линии, кВт·ч/кг [16].

Результаты исследований. Проведенный анализ представленных моделей показал возможности их дальнейшего совершенствования. Большинство указанных в предыдущей модели показателей имеют зоотехническую и ветеринарную основу. На взгляд авторов влияние породы и генетики, а также здоровья и особенностей животного можно попарно объединить.

Для технической службы важны показатели обеспеченности животного потребным количеством и качеством воды и корма, а также обеспеченности параметров микроклимата.

При получении продукции (например, молока) существующее оборудование ограждений и машин не должно травмировать животных прямым или опосредованным способом. В таком случае используемые показатели должны носить производственный характер, позволяющий установить их численные значения на основе статистики производственных данных, поэтому исходная модель коэффициента эффективности молочной продуктивности подлежит существенной модернизации в плане перечня используемых показателей:

$$k = k_{\text{БИО}} \cdot k_{\text{ТЕХ}} = (k_{\text{П}} \cdot k_{\text{Т}} \cdot (k_{\text{Е}} \cdot k_{\text{С}})) \cdot (k_{\text{К}} \cdot k_{\text{Д}} \cdot (k_{\text{В}} \cdot k_{\text{М}} \cdot k_{\text{Н}} \cdot k_{\text{Ф}})) \rightarrow 1, \quad (3)$$

где $k_{\text{ТЕХ}}$, $k_{\text{БИО}}$, $k_{\text{П}}$, $k_{\text{Т}}$, $k_{\text{Е}}$, $k_{\text{С}}$ – эмпирические коэффициенты, учитывающие технологические и биологические факторы содержания и обслуживания животного, включая негативные изменения породных свойств производных (местных) племенных популяций относительно породного стандарта; генетики животных товарных относительно животных племенных предприятий; из-за условий эксплуатации и возраста животных; из-за стрессоустойчивости организмов, соответственно; $k_{\text{В}}$, $k_{\text{К}}$, $k_{\text{Д}}$, $k_{\text{М}}$, $k_{\text{Н}}$, $k_{\text{Ф}}$ – эмпирические коэффициенты, учитывающие негативное влияние состава и количества воды для поения, качество и количество кормов, параметры и условия доения коров, обеспечения микроклимата, удаления навоза, фиксации и ограничения движений животных, соответственно.

Фактически $(k_{\text{В}} \cdot k_{\text{М}} \cdot k_{\text{Н}} \cdot k_{\text{Ф}})$ – коэффициент, учитывающий и определяющий способ и систему содержания животных. Коэффициент $(k_{\text{Е}} \cdot k_{\text{С}})$ фактически показывает уровень внутрихозяйственных условий содержания животных, культуру биологической (зоотехнической, ветеринарной и санитарной) службы.

Важным технологическим параметром является коэффициент кормления:

$$k_K = k_{\text{КМ}} \cdot k_{\text{КК}} = k_{\text{КМ1}} \cdot k_{\text{КМ2}} \cdot k_{\text{КК1}} \cdot k_{\text{КК2}} \cdot k_{\text{КК3}} \cdot k_{\text{КК4}}, \quad (4)$$

где $k_{\text{КМ}}$, $k_{\text{КК}}$ – эмпирические коэффициенты, учитывающие количество потребляемого животным корма и его качество; $k_{\text{КМ1}}$, $k_{\text{КМ2}}$ – коэффициенты, учитывающие соответствие нормативного выделяемого количества корма на животное биологической потребности, и осуществленные его фактические производственные потери и недостатки; $k_{\text{КК1}}$, $k_{\text{КК2}}$, $k_{\text{КК3}}$, $k_{\text{КК4}}$ – коэффициенты

качества корма, учитывающие сбалансированность по компонентам, наличие интенсифицирующих добавок, поедаемость и усваиваемость корма.

Коэффициент, учитывающий негативное влияние оборудования ограждения, фиксации и транспортировки:

$$k_F = k_{F1} \cdot k_{F2} \cdot k_{F3}, \quad (5)$$

где k_{F1} , k_{F2} , k_{F3} – эмпирические коэффициенты, учитывающие прямое травмирование животных, удобство справления естественных нужд и потребностей, создания стрессовых ситуаций.

Коэффициент, учитывающий негативное влияние доильного оборудования:

$$k_D = k_{D1} \cdot k_{D2} \cdot k_{D3} \cdot k_{D4}, \quad (6)$$

где k_{D1} , k_{D2} , k_{D3} , k_{D4} – эмпирические коэффициенты, учитывающие при доении прямое травмирование животных, удобство справления естественных нужд и потребностей, создания стрессовых ситуаций; внутреннего микро травмирования животных.

Некоторую проблему вызывает определение численных значений указанных показателей. В качестве основы для «идеала» следует использовать племенных животных, содержащихся в комфортных лабораторных или производственных условиях существования, а точнее – среднестатистическое значение показателей.

Изменение показателей группы животных в процессе их жизни покажет возможность изменения продуктивности в течение срока жизни.

Сравнительные эксперименты между группами с разным уровнем обеспечения корма и воды позволят установить влияние кормов и воды на продуктивность животных. Сравнительные эксперименты между лабораторными и производственными условиями позволят оценить эффективность технологии содержания животных.

В процессе модернизации производства возникают ситуации, когда происходит замена части оборудования в помещении при сохранении существующих условий части технологических процессов. Например, осуществляется замена оборудования доильного зала либо кормоприготовительного и кормораздающего оборудования.

Реализация модельного выражения может осуществляться в виде математической модели:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Pi = B - \sum C_3 = \Pi \cdot \sum (M_i \cdot N_{Ж_i}) - \sum C_3 \rightarrow \max; \sum C_3 \rightarrow \min; \\ \Delta \Pi = N_{Ж_M} \cdot (Y_{\Pi_M} - Y_{\Pi_B}) = N_{Ж_M} \cdot \left(\frac{\Pi_M}{N_{Ж_M}} - \frac{\Pi_B}{N_{Ж_B}} \right) \rightarrow \max; \\ M_M = N_{Ж_M} \cdot \frac{M_B \cdot k_M}{k_B} \rightarrow \max; k \rightarrow 1; \\ t_j \leq [t_j]; Q_j \geq [Q_j]; \Theta_j \geq [\Theta_j]; Y_{N_j} \rightarrow \min; Y_{m_j} \rightarrow \min, \end{array} \right.$$

где Π – прибыль от реализации молочной (и/или иной) продукции, руб.; B – выручка от реализации молочной (и/или иной) продукции, руб.; $\sum C_3$ – совокупные производственные затраты на производство молочной продукции, руб.; Π – цена реализации продукции, руб./кг; $\sum (M_i \cdot N_{Ж_i})$ – суммарный объем произведенной продукции от i -х групп животных при численности их в группе $N_{Ж}$ (гол.) и годовом надое M (кг); $\Delta \Pi$ – прирост прибыли при модернизации производства, руб.; $N_{Ж_B}$, $N_{Ж_M}$ – численность поголовья в группе в базовом и модернизированном варианте производства, гол.; Π_B , Y_{Π_B} , Π_M , Y_{Π_M} – прибыль (руб.) и удельная прибыль (руб./гол.) в базовом и модернизированном варианте производства; M_B , M_M – годовой надой по вариантам, кг/гол.; t_j , $[t_j]$, Q_j , $[Q_j]$, Θ_j , $[\Theta_j]$, Y_{N_j} , Y_{m_j} – фактические и допустимые по зоотребованиям показатели времени технологических процессов, производительности оборудования, качества процессов, энергозатрат и материалоемкости операций; k , k_B , k_M – коэффициенты эффективности молочной продуктивности (результатирующий и он же по вариантам производства).

В данном случае изменяются значения коэффициентов, относящихся к изменяемым технологическим процессам. Так, в работе [10] изменяется кормообеспечение и способ содержания при контроле годового надоя.

При идеальной молочной продуктивности M_{max} (кг/год) молочная продуктивность исходного варианта (например, для указанных двух случаев) – $M_{Б1}$ и $M_{Б2}$. В результате модернизации производства молочная продуктивность коров составила – $M_{М1}$ и $M_{М2}$. Условно считая, что остальные коэффициенты неизменны (т.е. стремятся условно к единице), можно рассчитать значения изменения эмпирических коэффициентов для указанных условий:

$$k_{К.Б} = (M_{Б1}/M_{max}); \quad k_{К.М} = (M_{М1}/M_{max}); \quad (7)$$

$$k_{К.Б} \cdot k_{Д.Б} = (M_{Б2}/M_{max}); \quad k_{К.М} \cdot k_{Д.М} = (M_{М2}/M_{max});$$

$$k_{Д.Б} = (M_{Б2}/(M_{max} \cdot k_{К.Б})); \quad k_{Д.М} = (M_{М2}/(M_{max} \cdot k_{К.М})), \quad (8)$$

где $k_{К.Б}$, $k_{К.М}$ – эмпирические коэффициенты кормления базового и модернизированного вариантов модернизации оборудования кормления; $k_{Д.Б}$, $k_{Д.М}$ – эмпирические коэффициенты доения коров базового и модернизированного вариантов модернизации доильного оборудования.

Закключение. На основе анализа и совершенствования существующих моделей, описывающих эффективность молочного производства, разработана математическая модель для определения молочной продуктивности коров при изменении осуществления технологических процессов на ферме, позволяющая оценивать экономическую эффективность мероприятий с учетом соблюдения технологических требований.

Библиографический список

1. Федоренко, В. Ф. Анализ состояния и перспективы развития производства комбикормов и кормовых добавок для животноводства / В. Ф. Федоренко, Н. П. Мишуров, С. А. Давыдова, А. Р. Лозовский. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 88 с.
2. Федоренко, В. Ф. Анализ состояния и перспективы улучшения генетического потенциала крупного рогатого скота молочных пород / В. Ф. Федоренко, Н. П. Мишуров, Т. Е. Маринченко, А. И. Тихомиров. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 108 с.
3. Романов, А. В. Влияние производственного типа коров стада черно-пестрого скота на молочную продуктивность / А. В. Романов, Л. Ю. Овчинникова // Новая наука. Опыт, традиции, инновации. – 2016. – № 5-3 (83). – С. 9-13.
4. Соловьева, О. И. Селекционно-технологические методы и приемы повышения молочной продуктивности коров разных пород : дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.02.07 / Соловьева Ольга Игнатьевна. – М., 2014. – 344 с.
5. Ernst, E. Wirtschaftliche Auswirkungen der Einkreuzung von Holstein-Friesians in Duetsche Schwarzbunde Rind-25 Jahre Staugung dar EVT / E. Ernst. – Kopenhagen, 1983. – S. 17-21.
6. Литвинов, И. В. История беспривязного содержания скота в России : монография / И. В. Литвинов, В. И. Литвинов, С. Е. Тяпугин ; под ред. Е. А. Тяпугина. – Вологда, 2008. – 83 с.
7. Цикунова, О. Г. Влияние способа содержания и технологии доения на молочную продуктивность коров / О. Г. Цикунова, И. С. Серяков // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2017. – № 20-2. – С. 64-70.
8. Горелик, О. В. Влияние качества напольного покрытия на молочную продуктивность и состояние здоровья коров / О. В. Горелик, С. Ю. Харлап, А. С. Горелик // Главный зоотехник. – 2019. – № 9. – С. 37-48.
9. Вальковская, Н. В. Влияние стресса на молочную продуктивность крупного рогатого скота // Символ науки: международный научный журнал. – 2016. – № 6-2 (18). – С. 33-35.
10. Цой, Ю. А. Техничко-экономические аспекты увеличения производства молока и повышения его конкурентоспособности в России // Ю. А. Цой, Р. А. Баишева, А. И. Фокин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды III международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 373-379.
11. Веретенникова, В. Г. Влияние кормления на молочную продуктивность и качество получаемой продукции / В. Г. Веретенникова, Н. Г. Веретенников, М. В. Исупова, О. Е. Привало // Успехи современной науки. – 2016. – Т. 5, № 10. – С. 131-136.
12. Симонов, Г. А. Поение коров тёплой водой в зимний период повышает молочную продуктивность // Эффективное животноводство. – 2015. – № 10 (119). – С. 52-53.
13. Софронов, В. Г. Влияние микроклимата на организм и молочную продуктивность дойных коров / В. Г. Софронов, Н. И. Данилова, Н. М. Шамилов, Е. Л. Кузнецова // Фермер. Поволжье. – 2016. – № 10 (52). – С. 82-85.
14. Софронов, В. Влияние микроклимата на организм и молочную продуктивность дойных коров / В. Софронов, Н. Данилова, Н. Шамилов, Е. Кузнецова // Ветеринария сельскохозяйственных животных. – 2016. – № 12. – С. 30-34.

15. Frolov, V. Yu. The evaluation of efficiency of using technologies for preparation and distribution of fodder at small farms / V. Yu. Frolov, D. P. Sysoev, M. I. Tumanova // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. – 2016. – Т. 7, № 1. – P. 1264-1271.
16. Sysoev, D. P. Justification of technology of preparation of animal feed on small farms / D. P. Sysoev, V. Yu. Frolov // *British Journal of Innovation in Science and Technology*. – 2019. – Т. 4, № 1. – P. 25-32.
17. Кормановский, Л. П. Теория и практика поточно-конвейерного обслуживания животных. – М. : Колос, 1982. – 368 с.
18. Прошин, И. А. Построение математических моделей эффективности очистки сточных вод гальванического производства / И. А. Прошин, В. В. Коновалов // *Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского*. – 2011. – № 26. – С. 615-620.
19. Бормотов, А. Н. Исследование реологических свойств композиционных материалов методами системного анализа / А. Н. Бормотов, И. А. Прошин // *Вестник Тамбовского государственного технического университета*. – 2009. – Т. 15, № 4. – С. 916-925.

References

1. Fedorenko, V. F., Mishurov, N. P., Davydova, S. A., & Lozovsky, A. R. (2019). Analiz sostoianii i perspektivi razvitiia proizvodstva kombikormov i kormovih dobavok dlia zhivotnovodstva [Analysis of the state and prospects of development of production of compound feeds and feed additives for animal husbandry]. Moscow: Rosinformagrotech [in Russian].
2. Fedorenko, V. F., Mishurov, N. P., Marinchenko, T. E., & Tikhomirov, A. I. (2019). Analiz sostoianii i perspektivi uluchsheniia geneticheskogo potentsiala krupnogo rogatogo skota molochnih porod [Analysis of the state and prospects for improving the genetic potential of dairy cattle]. Moscow: Rosinformagrotech [in Russian].
3. Romanov, A. V., & Ovchinnikova, L. Yu. (2016). Vliianie proizvodstvennogo tipa korov stada cherno-pestrogo skota na molochnuiu produktivnost [The influence of the production type of cows in a herd of black-and-white cattle on milk productivity]. *Novaia nauka: Opit, tradicii, innovatsii – Novaya nauka: Opyt, traditsii, innovatsii*, 5-3 (83), 9-13 [in Russian].
4. Solovyova, O. I. (2014). Selektionno-tekhnologicheskie metodi i priemi povisheniia molochnoi produktivnosti korov raznih porod [Selection and technological methods and techniques for increasing the milk productivity of cows of different breeds]. *Doctor's thesis Moscow* [in Russian].
5. Ernst, E. (1983). Wirtschaftliche Auswirkungen der Einkreuzung von Holstein-Friesians in Deutsche Schwarzbund Rind-25 Jahre Staugung dar EVT. Kopenhagen.
6. Litvinov, I. V., Litvinov, V. I., & Tyapugin, S. E. (2008). Istoriya besprivyaznogo soderzhaniya skota v Rossii [The history of non-binding livestock maintenance in Russia]. Vologda [in Russian].
7. Tsikunova, O. G. & Seryakov I. S. (2017). Vliianie sposoba soderzhaniia i tekhnologii doeniia na molochnuiu produktivnost korov [The influence of the method of maintenance and technology of milking on the milk productivity of cows]. *Aktualnie problemi intensivnogo razvitiia zhivotnovodstva – Actual problems of intensive development of animal husbandry*, 20-2, 64-70 [in Russian].
8. Gorelik, O. V., Kharlap, S. Yu., & Gorelik, A. S. (2019). Vliianie kachestva napolinogo pokrytiia na molochnuiu produktivnost i sostoianie zdorovia korov [Influence of the quality of the floor covering on dairy productivity and the state of health of cows]. *Glavnyi zootekhnik – Glavnyi zootekhnik*, 9, 37-48 [in Russian].
9. Valkovskaya, N. V. (2016). Vliianie stressa na molochnuiu produktivnost krupnogo rogatogo skota [Influence of stress on the dairy productivity of cattle]. *Simvol nauki: mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal – Symbol of science: international scientific journal*, 6-2 (18), 33-35 [in Russian].
10. Tsoy, Yu. A., Baisheva, R. A., & Fokin, A. I. (2019). Tekhniko-ekonomicheskie aspekty uvelicheniia proizvodstva moloka i povysheniia ego konkurentosposobnosti v Rossii [Technical and economic aspects of increasing milk production and its competitive performance in Russia]. *Agricultural science of the XXI century. Current research and prospects '19: trudy III mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii – proceedings of the III International Scientific and practical conference*. (pp. 373-379). Kazan [in Russian].
11. Veretennikova, V. G., Veretennikov, N. G., Isupova, M. V., & Privalo, O. E. (2016). Vliianie komleniia na molochnuiu produktivnost i kachestvo poluchaemoi produktsii [Influence of feeding on milk productivity and quality of obtained products]. *Uspekhi sovremennoj nauki – Achievements of modern science*, 5, 10, 131-136 [in Russian].
12. Simonov, G. A. (2015). Poenie korov toplou vodoi v zimnii period povishaet molochnuiu produktivnost [Drinking cows with warm water in the winter period increases milk productivity]. *Effektivnoe zhivotnovodstvo – Efficient animal husbandry*, 10 (119), 52-53 [in Russian].
13. Sofronov, V. G., Danilova, N. I., Shamilov, N. M., & Kuznetsova, E. L. (2016). Vliianie mikroklimata na organizm i molochnuiu produktivnost doinnykh korov [The influence of microclimate on the body and milk productivity of dairy cows]. *Fermer. Povolzh'e – A farmer. Volga region*, 10 (52), 82-85 [in Russian].

14. Sofronov, V., Danilova, N., Shamilov, N., & Kuznetsova, E. (2016). Vliianie mikroklimata na organizm i molochnuiu produktivnost doinnykh korov [The influence of microclimate on the body and milk productivity of dairy cows]. *Veterinariia seliskozhoziaistvennykh zhivotnykh – Veterinary of agricultural animals*, 12, 30-34 [in Russian].
15. Frolov, V. Yu., Sysoev, D. P., & Tumanova, M. I. (2016). The evaluation of efficiency of using technologies for preparation and distribution of fodder at small farms. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 7, 1, 1264-1271.
16. Sysoev, D. P., & Frolov, V. Yu. (2019). Justification of technology of preparation of animal feed on small farms. *British Journal of Innovation in Science and Technology*, 4, 1, 25-32.
17. Kormanovsky, L. P. (1982). Teoriia i praktika potочно-konveiernogo obsluzhivaniia zhivotnykh [Theory and practice of flow-conveyor service of livestock]. Moscow: Kolos [in Russian].
18. Proshin, A. I., Konovalov, V. V. (2011). Postroenie matematicheskikh modelei effektivnosti ochildki stochnykh vod galvanicheskogo proizvodstva [Mathematical modeling of the effectiveness of wastewater treatment electroplating]. *Izvestiia Penzenskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta imeni V. G. Belinskogo – Proceedings of the Penza State Pedagogical University named after V. G. Belinsky*, 26, 615-620 [in Russian].
19. Bormotov, A. N., & Proshin, I. A. (2009). Issledovanie reologicheskikh svoystv kompozitsionnykh materialov metodami sistem-nogo analiza [Research of rheological properties of composite materials by methods of system analysis]. *Vestnik Tam-bovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Bulletin of the Tambov State Technical University*, 15, 4, 916-925 [in Russian].