

ISSN 1817-7204 (Print)

ISSN 1817-7239 (Online)

ЖЫВЁЛАГАДОЎЛЯ І ВЕТЭРЫНАРНАЯ МЕДЫЦЫНА**ANIMAL HUSBANDRY AND VETERINARY MEDICINE**

УДК 636.22/.28.084.522

<https://doi.org/10.29235/1817-7204-2022-60-4-380-393>

Поступила в редакцию 28.09.2021

Received 28.09.2021

В. Ю. Сидорова, Е. Б. Петров, Н. Н. Новиков*Институт механизации животноводства – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, Москва, Российская Федерация***ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ
ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ОТКОРМОГРАММ МЯСНОГО СКОТА**

Аннотация. Развитие мясного скотоводства – одно из стратегических направлений животноводства в России и СНГ, в том числе в Республике Беларусь. Важнейшим аспектом откорма скота является минимизация затрат. Исследования показали, что наибольшую съёмную живую массу 900 кг животные набирали при откорме взрослого выбракованного скота за период 120 дней, а также при 30-месячном откорме телок с отелом на пастбище. При 28-месячном откорме подсосных бычков с пастбищным содержанием количество энергетических кормовых единиц (ЭКЕ) в сутки оказалось наименьшим в технологиях с наибольшим количеством периодов откорма и составило 29,3 ЭКЕ при откорме животных в течение пяти периодов с пастбищным содержанием против 39,7 ЭКЕ при откорме в течение двух периодов интенсивного зернового откорма: 1 сутки пастбищного содержания обходятся в 3,5 ЭКЕ против 12,5 ЭКЕ в других периодах. У молодняка, выращенного на подсосе, наилучшая средняя съёмная живая масса оказалась равна 720 кг, средняя съёмная живая масса телят-отъёмышей составила 710 кг. Затраты кормов на 1 кг привеса оказались равны 0,04, 0,10 и 0,09 центнера ЭКЕ соответственно, то есть наименьшее количество кормов было затрачено при откорме подсосного молодняка, а наибольшее – при откорме телят-отъёмышей. Эффективность откорма составила 21,0, 56,4 и 48,0 рос. руб. на 1 кг привеса соответственно, или в пересчёте на один период откорма подращенных животных – 56,4 рос. руб., молодняка, выращенного подсосным способом, – 6,8 рос. руб. и телят-отъёмышей – 19,2 рос. руб. Полученные данные позволяют посредством применения биологических методов и математических моделей, индивидуальных для каждой группы скота на откорме, получать оптимальные привесы при минимизированных затратах корма.

Ключевые слова: откормограмма, телята-отъёмыши, подсосный молодняк, подращенные телята, минимизация затрат

Для цитирования: Сидорова, В. Ю. Применение цифровых моделей для оптимизации откормограмм мясного скота / В. Ю. Сидорова, Е. Б. Петров, Н. Н. Новиков // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2022. – Т. 60, № 4. – С. 380–393. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2022-60-4-380-393>

Victoria Yu. Sidorova, Eugeny B. Petrov, Nicolai N. Novikov*Federal Scientific Agroengineering Center VIM Moscow, Russian Federation***APPLICATION OF DIGITAL MODELS FOR IMPROVEMENT OF BEEF CATTLE FEEDING GRAPHS**

Abstract. The beef cattle breeding development is one of the strategic directions for the livestock development in Russia and the CIS countries, including the Republic of Belarus. The livestock fattening most important point is minimizing the costs. Studies have shown that the animals' greatest body weight 900 kg had had adult culled cattle over a period of 120 days, as well as heifers with calving on pasture during the 30-month fattening. During 28-month fattening of suckling steers at pasture housing, the amount of feed energy unit per day turned out to be the smallest among technologies with the largest number of fattening periods, and amounted to 29.3 at animals fattening during five periods of pasture housing versus 39.7 in two periods of intensive grain fattening: 1 day of pasture housing costs 3.5 versus 12.5 feed energy unit in other periods. In young animals raised on suckling, the best average body weight was equal to 720 kg, but weaning calves showed 710 kg. The feed costs per 1 kg of weight gain were equal to 0.04, 0.10 and 0.09 respectively, i. e. the smallest amount of feed was spent for suckling young animals' fattening, and the largest – for weaning calves. Efficiency of fattening in rubles made

21.0, 56.4 and 48.0 rubles per 1 kg of weight gain, respectively, or in terms of 1 period of fattening of grown animals – 56.4 rubles, young animals raised at suckling – 6.8, and weaning calves – 19.2. The obtained data allows, through the biological methods and mathematical models individual for each group of cattle at fattening, to obtain optimal weight gain with minimized feed costs.

Keywords: fattening graph, weaning calves, suckling young animals, grown calves, cost minimization

For citation: Sidorova V. Yu., Petrov E. B., Novikov N. N. Application of digital models for improvement of beef cattle feeding graphs. *Vestsi Natsyyanal'nay akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2022, vol. 60, no. 4, pp. 380–393 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2022-60-4-380-393>

Введение. Во всем мире развитие мясного скотоводства – одно из приоритетных направлений животноводства. Эффективность этой отрасли народного хозяйства, тесно связанной с продовольственной безопасностью стран, определяется многими факторами: ростом населения, сокращением доступных продовольственных ресурсов в дикой природе, удовлетворением потребности населения в мясе и мясных продуктах и т. д.

Однако, несмотря на повышенный интерес к мясному скотоводству в последние годы, темпы роста отрасли в целом и численности мясного скота в частности недостаточны и развитие осуществляется не столько благодаря разведению скота специализированных мясных пород, сколько за счет откорма поголовья бычков и кастратов молочных и комбинированных пород¹ [1, 2].

Дальнейшее развитие отрасли является одним из стратегических направлений животноводства на ближайшую перспективу: за прошлый год, например, импорт племенных мясных животных в Россию составил только около 80 тыс. гол. абердин-ангусской породы – знаменитых черных ангусов.

Схематично структура разведения мясного скота выглядит следующим образом: племенные фермы, племенные стада, фидлоты и откормплощадки, мясокомбинаты [3, 4]. На племенных фермах по технологии «корова – теленок» осуществляется поддержание генетической структуры отрасли и воспроизводство в чистоте животных специализированных мясных пород. На племенных фермах «корова – теленок» сосредоточено примерно 10–12 % общего поголовья отрасли. Элеверы являются одним из направлений племенного разведения мясного скота, здесь находится 3–5 % от общего числа мясных животных. Их основная задача – выявление препотентных по мясным качествам животных. На фидлотах и откормплощадках осуществляются разведение и откорм основной массы молодняка (около 85 %). Здесь также содержится неплеменной молодняк, используются различные варианты промышленного скрещивания, разведение синтетических линий, применяются кроссы различных линий. На откормплощадках осуществляют разведение телок, бычков-кастратов, а также откорм выбракованного поголовья коров. Посредством различных инновационных технологий молодняк откармливают до необходимой мясной кондиции и отправляют на реализацию на мясокомбинат [5–8].

Важнейшим моментом откорма скота является уменьшение затрат. Минимизировать их можно прежде всего за счет дешевого способа кормления, а также упрощенной системы содержания и ухода при максимальном использовании пастбищного содержания под навесами в помещениях, которые должны быть комфортными для выращивания молодняка и получения высоких привесов. Большинство исследователей считают, что каждая производственная группа – корова с теленком, телята на подсосе, телки, бычки, кастраты и нетели – подразумевает различное выращивание и, по существу, представляет собой интегрированную часть общей системы управления стадом, эффективность откорма которой зависит от технологии откорма, выражаемой отдельной откормограммой.

Откормограмма позволяет выявить эффективность различных систем в период выращивания в соответствии с длительностью откорма различных половозрастных групп животных и возможности продления периода откорма на более длительный период в зависимости от поставленных целей [9, 10].

Цель работы – выявление эффективности технологии откорма различных половозрастных групп посредством математических моделей в соответствии с их технологическими откормо-

¹ О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента Рос. Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 // КонсультантПлюс. Россия / ЗАО «КонсультантПлюс». Минск, 2022.

граммами для развития инновационной инфраструктуры, создания конкурентоспособных цифровых технологий мясного скотоводства.

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО), в 2018 г. разведением основных видов животных-продукторов мяса занималось 208 стран. В ближайшие 10 лет на мировом рынке популярность будут набирать в основном говядина и баранина. Соединенные Штаты Америки, наряду с Китаем, Аргентиной, Индией, Мексикой, Турцией, сделали огромный вклад в развитие этого сектора экономики. Мировое производство мяса, по прогнозам Министерства сельского хозяйства США, в 2027 г. будет на 15 % выше по отношению к базовому периоду 2017 г., а стоимость говядины на мировом рынке уже к 2020 г. увеличится на 20–25 %. Основной рост мирового спроса на белковую пищу будут покрывать Бразилия и Соединенные Штаты, производящие мясо в объеме 47 % от общей доли мирового рынка [11–14].

Цифровизация – технологии, позволяющие делать измерения и вычисления самого различного типа с помощью датчиков и сенсоров, пакетов прикладных программ и цифровых моделей, которые отслеживают различные параметры технологического процесса [15]. Организационная стратегия интеграции производства и операций, управления трудовыми ресурсами, финансового менеджмента и управления активами при откорме скота, посредством цифровых моделей, помогает повысить операционную эффективность за счет технологий искусственного интеллекта [16–19].

Интенсивность мировой торговли мясом будет по-прежнему зависеть от таких факторов, как вспышки болезней животных, санитарные ограничения и торговая политика, а также от потребительских предпочтений и национальных традиций потребления различных видов мяса в целом. На Западе кластер животноводства – это модель системы, в которой взаимодействуют хозяйства, специализирующиеся на разведении крупного рогатого скота. Они встроены в систему кооперационных связей, экономических и социальных отношений вокруг компании-интегратора, выполняющей функции управления производственными процессами. Интегратор берет на себя функции одновременно организатора, диспетчера, оператора, селекционного центра, техника-технолога, что позволяет фермерам эффективно выстроить свою работу производителя и продавца скота: фермер получает финансовую, техническую, технологическую и любую иную поддержку, а интегратор, как крупная финансовая структура, готов выкупать у фермеров большое количество скота и мясной продукции, получает площадку, где формируются цены на интересующий продукт¹ [20–22].

Фермы «корова – теленок», фидлоты и бойни скота на территории Северной Америки объединены в кластеры. Именно эти кластеры – основа конкурентоспособности североамериканской экономики. В США и Канаде телят после отъема забирают на площадку выращивания молодняка. Оттуда животные поступают на ремонт стада или доращивание и откорм. Все процессы полностью механизированы. В рамках кластера имеется гарантия сбыта и получения оговоренной в контракте цены при соблюдении условий поставок [23].

Основной продукт североамериканских мясных ферм – теленок. На племенных фермах откорм молодняка не производят – здесь содержат только племенное поголовье и получают приплод. На откормочных площадках широко используется практика поставки скота для откорма на большие расстояния – 1–2 тыс. км и более. Ежегодно Канада продает в США для откорма более 1,0–1,5 млн телят. По оценке Института США и Канады Российской академии наук, региональная специализация на производство телят и их откорм увеличивают уровень прибыли до 300 %. Такая прибыль является важным ориентиром в прогнозном строительстве отрасли на будущее: скот, произведенный в одной стране, может быть откормлен в другой, а переработан в третьей, если экономические условия благоприятны. Удельное поголовье скота на площадках США мощностью более 10 тыс. гол. составляет 68 %. В Канаде 92 % всей говядины перерабатывается двумя корпорациями – XL Lakeside (Brooks, AB) и Cargill – HIGH River, AB and Guelph, ON.

¹ Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года; М-во образования и науки Рос. Федерации. М., 2013. URL: <http://static.government.ru/media/files/41d4b737638b91da2184.pdf> (дата обращения: 27.09.2021).

Мясное скотоводство Российской Федерации и стран ЕАЭС включает пространство, объединяющее страны Евразии. По ресурсам и потенциалу развития этот сегмент рынка мясного скота превосходит североамериканский при получении молодняка для откорма и скота на убой. Ожидаемым результатом интеграции в ближайшие годы здесь станет создание приграничных кластеров, объединяющих компании и связанные с ними финансовые, технические, торговые, исследовательские и другие организации в рамках единого экономического пространства в мясном скотоводстве, от Беларуси на Западе до Монголии и Китая на Востоке [24].

По прогнозам российских ученых, кластер мясного животноводства будет развиваться таким образом, что основными тенденциями текущей ситуации, определяющими рынок производства говядины, будут следующие: использование режима ограничения неэффективных затрат; переход к агрополитической стратегии и принципу эффективного управления отраслью, устойчивая инвестиционная политика; отказ от практики долгосрочного планирования; перераспределение развития в сторону региональных субъектов при четкой оптимизации процессов получения мяса высокого качества посредством цифровых моделей и алгоритмов [25, 26].

Методика исследования. *Объектом* исследования стали технологии откорма мясного скота (подсос, отъем, подрост), применяемые при различных системах разведения, используемых передовой отраслевой практикой, а также информация интернет-ресурсов, научно-технического фонда (литературные источники, справочники, методические руководства, рекомендации, инновационные разработки для мясного скотоводства) и результаты собственных исследований.

В ходе исследования были применены *методы* сбора, изучения, систематизации, обработки и моделирования научной информации, полученной из передовой практики, на специализированных выставках, конференциях и в результате собственных исследований. С целью изучения инновационных технологий откорма при помощи математических и статистических методов исследовались группировки животных, различающиеся по технологиям откорма.

Всего было проанализировано 11 технологий откорма крупного рогатого скота различных половозрастных групп: телята подсосные, телята-отъемыши, подрощенный молодняк. Животные на откорме находились в различном физиологическом состоянии и откармливались в течение различных временных периодов. Разными были величины среднесуточного прироста и съемной живой массы. Результаты эффективности откорма оценивали по количеству кормовых и финансовых затрат на производство мясной продукции, одновременно были выявлены наилучшие системы выращивания¹ [27, 28].

Результаты и их обсуждение. В ходе исследования были изучены и методически проанализированы следующие технологии откорма.

1. Технология выращивания и откорма телят-отъемышей от рождения живой массой 40 кг до 6-месячного возраста на основе выпойки цельным молоком, заменителем цельного молока (ЗЦМ) при содержании в индивидуальных домиках, а с 3-месячного возраста – в групповых боксах в помещениях капитального типа со съемной живой массой 250 кг (рис. 1).



Рис. 1. Откормограмма выращивания телят-отъемышей с 1- до 6-месячного возраста (1–6), кг

Fig. 1. Fattening graph of growing weaning calves from 1 till 6 months of age (1–6), kg

2. Технология выращивания и откорма телят от рождения живой массой 40 кг до 6-месячного возраста на подсосе с подкормкой концентратами со съемной живой массой 250–280 кг и далее с 7 до 14 месяцев в групповых загонах под навесами и с реализацией на мясо живой массой 320–450 кг (рис. 2).

¹ О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента Рос. Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 ...



Рис. 2. Откормограмма выращивания подсосных телят с 1- до 14-месячного возраста (1–6, 7–14), кг

Fig. 2. Fattening graph of growing suckling calves from 1 till 14 months of age (1–6, 7–14), kg

3. Технология выращивания и откорм отъемного молодняка от рождения живой массой 40 кг в индивидуальных домиках на молозиве, молоке и ЗЦМ до 3-месячного возраста со съемной массой 110 кг; с 4- до 6-месячного возраста с использованием грубых кормов и концентратов до съемной живой массы 180 кг с дальнейшим содержанием на пастбище с 7 до 12 мес. со съемной живой массой 330 кг; заключительный откорм с 13 до 20 мес.; содержание группами по 50–80 животных в каждой, кормление из групповых кормушек грубыми кормами (вволю) и концентратами (в соответствии с рационом) до съемной живой массы 650 кг (рис. 3).



Рис. 3. Откормограмма выращивания телят-отъемышей с 1- до 20-месячного возраста (1–3, 4–6, 7–12, 13–20), кг

Fig. 3. Fattening graph of growing weaning calves from 1 till 20 months of age (1–3, 4–6, 7–12, 13–20), kg

4. Технология выращивания и откорм молодняка – бычков, с отъемом при рождении, живой массой 40 кг с использованием молозива, молока и ЗЦМ с подкормкой грубыми кормами и концентратами до 5-месячного возраста со съемной живой массой 150 кг и далее полнорационной смесью вволю с 6-месячного до 19-месячного возраста со съемной живой массой 700 кг; содержание группами по 15–20 животных в каждой, кормление из групповых кормушек, под навесами, на глубокой подстилке, беспривязно (рис. 4).



Рис. 4. Откормограмма выращивания телят-отъемышей с 1- до 19-месячного возраста (1–5, 6–19), кг

Fig. 4. Fattening graph of growing weaning calves from 1 till 19 months of age (1–5, 6–19), kg

5. Технология выращивания бычков на подсосе от веса при рождении 40 кг до 6-месячного возраста со съемной живой массой 200 кг с подкормкой грубыми кормами вволю и концентратами в соответствии с рационом; далее содержание на пастбище до 24–30-месячного возраста, а также выбракованных коров группами по 15–20 животных в каждой, кормление из групповых кормушек, под навесами, на глубокой подстилке, беспривязно (рис. 5).

6. Технология выращивания бычков на подсосе под коровами-кормилицами на пастбище с подкормкой ограниченным количеством концентратов с отъемом в 8–9 месяцев съемной живой массой 330 кг; далее заключительный период с откорма с полнорационным кормлением с 9 до 19 мес.

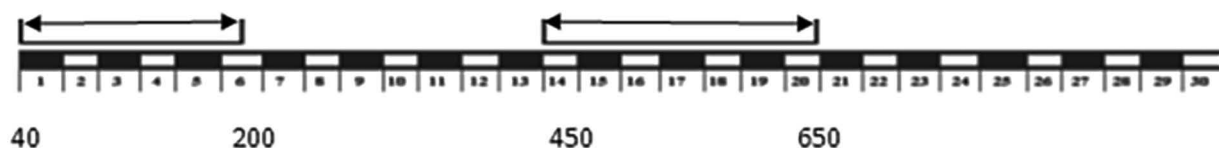


Рис. 5. Откормограмма выращивания подсосных телят с 1- до 20-месячного возраста (1–6, 7–13, 14–20), кг

Fig. 5. Fattening graph of growing suckling calves from 1 till 20 months of age (1–6, 7–13, 14–20), kg

концентратами в летнее время, с добавлением силоса и грубых кормов в зимнее время со съёмной живой массой 720 кг. Содержание – на открытом воздухе в летнее время; под навесами беспривязно на глубокой подстилке в зимнее время (рис. 6).



Рис. 6. Откормограмма выращивания подсосных телят от 1- до 19-месячного возраста (1–8, 9–19), кг

Fig. 6. Fattening graph of growing suckling calves from 1 till 19 months of age (1–8, 9–19), kg

7. Технология заключительного откорма подорошенных бычков живой массой 350 кг с 9 до 19 месяцев до съёмной живой массы 720 кг на полнорационном кормлении при ограниченном рационом количестве концентратов и даче грубых кормов вволю, с привязным содержанием в стойлах (рис. 7).

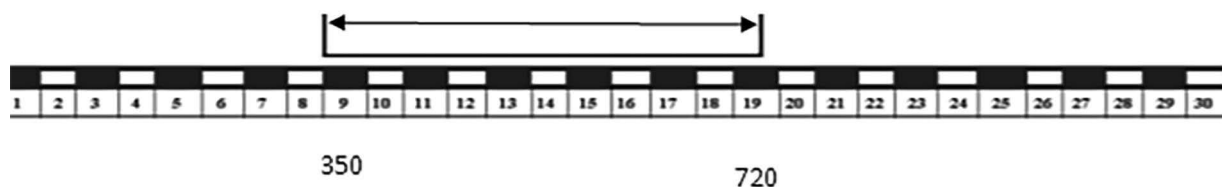


Рис. 7. Откормограмма выращивания подороженного молодняка с 9- до 19-месячного возраста (9–19), кг

Fig. 7. Fattening graph of growing young animals from 9 till 19 months of age (9–19), kg

8. Технология откорма бычков-кастратов в несколько этапов (летом – нагул на пастбище, зимой – интенсивный откорм в группах под навесами): на подсосе от рождения живой массой 40 кг до 6 месяцев со съёмной живой массой 220 кг с подкормкой грубыми кормами вволю, при ограниченной даче концентратов в соответствии с требованиями полнорационного кормления; далее нагул на пастбище с 7 до 12 мес. со съёмной живой массой 400 кг; с 13 до 18 мес. откорм ограниченным количеством концентратов и грубыми кормами вволю со съёмной живой массой 550 кг; далее нагул на пастбище в летнее время с 19 до 24 мес. со съёмной живой массой 750 кг; и заключительный интенсивный откорм с 25 до 28 мес. со съёмной живой массой 900 кг (рис. 8).



Рис. 8. Откормограмма выращивания подсосных телят с 1- до 28-месячного возраста (1–6, 7–12, 13–18, 19–24, 25–28), кг

Fig. 8. Fattening graph of growing suckling calves from 1- till 28 months of age (1–6, 7–12, 13–18, 19–24, 25–28), kg

9. Технология откорма телят на подсосе от рождения до 22 мес. с подкормкой грубыми кормами и травой в летний период вволю, с ограниченным числом концентратов со съёмной живой массой 220 кг; далее с содержанием на пастбище – нагул с 7- до 12-месячного возраста со съёмной живой массой 350 кг; конечный период откорма с 13 до 22 мес. на полнорационном кормлении со съёмной живой массой 660 кг (рис. 9).



Рис. 9. Откормограмма выращивания подсосных телят с 1- до 22-месячного возраста (1–6, 7–12, 13–22), кг

Fig. 9. Fattening graph of growing suckling calves from 1 till 22 months of age

10. Технология откорма телочек на подсосе с подкормкой грубыми кормами вволю, концентрированные корма ограничены рационом, от рождения до 6 мес. со съёмной живой массой 200 кг; далее с 7 до 12 мес. с содержанием на пастбище со съёмной живой массой 350 кг; далее откорм телок в группах с 13 до 18 мес. со съёмной живой массой 500 кг (покрытие и стельность); далее заключительный откорм на пастбище выбракованных коров-кормилиц (рис. 10).

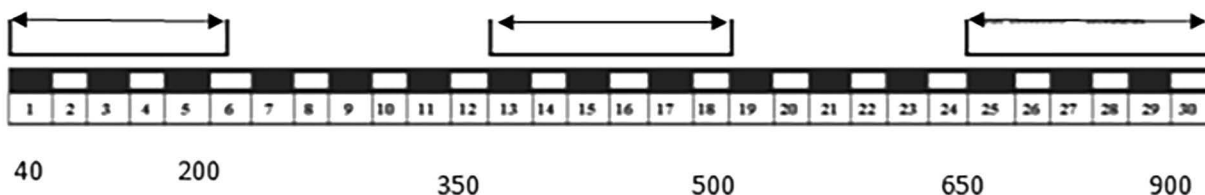


Рис. 10. Откормограмма выращивания подсосных телят с 1- до 30-месячного возраста (1–6, 7–12, 13–18, 19–23, 24–30), кг

Fig. 10. Fattening graph of growing suckling calves from 1 till 30 months of age (1–6, 7–12, 13–18, 19–23, 24–30), kg

11. Технология откорма яловых коров-кормилиц живой массой 550 кг грубыми кормами и травой в летний период вволю, концентрированными кормами в составе рациона со съёмной живой массой 850–900 кг (рис. 11).

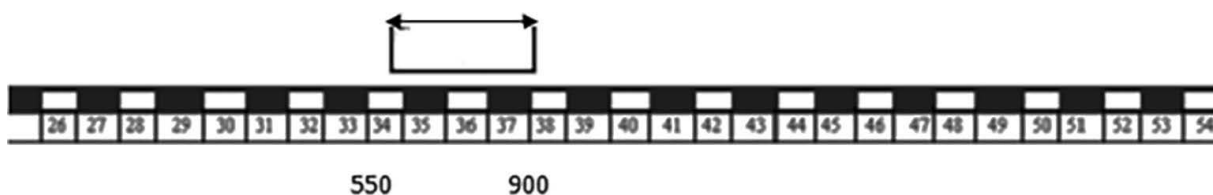


Рис. 11. Откормограмма взрослого скота с 34- до 37-месячного возраста (34–37), кг

Fig. 11. Fattening graph of growing adult cattle from 34 till 37 months of age (34–37), kg

Все имеющиеся технологические показатели откорма крупного рогатого скота представлены в табл. 1. Стоимость 1 кг мяса-премиум составляет 564 рос. руб., и наиболее эффективным оказывается откорм, проведенный при получении наименьших затрат.

Общие затраты на откорм рассчитывали по математической модели, исходя из предположения, что наиболее низкозатратным был откорм на пастбище, один день которого равнялся x ; далее один день откорма телят-отъемышей равнялся $2x$; один день откорма телят на подсосе – $3x$; один день полнорационного откорма – $4x$ (табл. 2).

Таблица 1. Технологические показатели различных вариантов откорма крупного рогатого скота от рождения до реализации на мясо

Table 1. Technological indicators of various options of cattle fattening from birth to sale for meat

Технология откорма	Период откорма, мес.	Постановочная живая масса, кг	Форма выращивания телят	Съемная живая масса, кг	Кол-во периодов	Затраты корма, ЭКЕ (ц) min	Эффективность откорма, рос. руб.
№ 1	6	40	Отъем	250	1	0,13	73,32
№ 2	14	40	Подсос	450	2	0,03	16,92
№ 3	20	40	Отъем	650	4	0,04	22,56
№ 4	19	40	Отъем	700	2	0,03	16,92
№ 5	20	40	Подсос	650	3	0,04	22,56
№ 6	19	40	Подсос	720	2	0,03	16,92
№ 7	10	350	Подрост	720	1	0,05	28,20
№ 8	28	40	Подсос	900	5	0,04	22,56
№ 9	22	40	Подсос	660	3	0,05	28,20
№ 10	30	40	Подсос	900	5	0,04	22,56
№ 11	4	550	Подрост	900	1	0,15	84,60

Таблица 2. Показатели затрат кормов на различные периоды откорма, ЭКЕ

Table 2. Indicators of feed costs for various fattening periods, EFU

Технология	ЭКЕ	Цифровые показатели	Эффективность откорма, ранг
Отъемыши	5,5	2x	3
Подсосные	10,5	3x	2
Подросшие	12,5	4x	1
Пастбищное содержание	3,5	1x	4

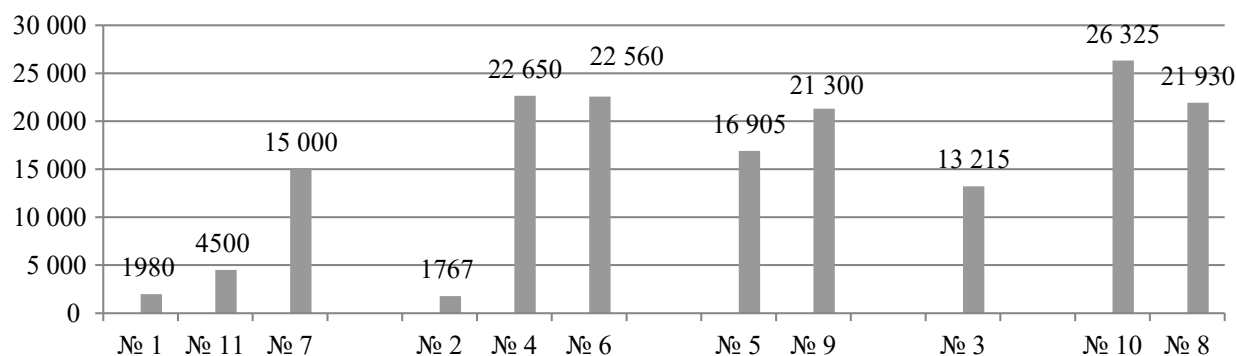


Рис. 12. Показатели ЭКЕ, затраченных на различное количество периодов откорма, кг

Fig. 12. EFU indicators spent on a different number of fattening periods, kg

Эффективность количества периодов откорма молодняка приведена на рис. 12.

Как видно на рис. 12, наибольшее количество кормов было затрачено на выращивание скота по технологиям № 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. Наименьшее количество кормов было затрачено на выращивание по технологиям № 1, 2, 3, 11.

Влияние количества периодов выращивания на эффективность откорма представлена в табл. 3.

Практика ведения мясного животноводства показывает, что основной этап откорма подразделяется на внутрихозяйственные периоды. Анализ табл. 3 показал, что между периодами откорма и потребленными за это время кормами прослеживается тесная корреляционная взаимосвязь, которая составляет 0,6, тогда как величина этого показателя между периодами и суточными

дачами корма слабая отрицательная ($r = -0,16$). Это позволяет заключить, что с увеличением периодов откорма количество кормов увеличивалось, но эффективность суточной кормовой порции уменьшалась.

В табл. 4 приведена эффективность откорма, связанная с общим количеством дней откорма.

Т а б л и ц а 3. Эффективность откорма скота при различном количестве периодов

Table 3. Efficiency of cattle fattening with different number of periods

Технология	Кол-во периодов откорма	Кол-во дней откорма	ЭЖЕ, всего	ЭЖЕ/сут
№ 1	1	180	1980	11,0
№ 11	1	120	4500	37,5
№ 7	1	300	15 000	50,0
№ 2	2	420	1767	4,2
№ 4	2	570	22 650	39,7
№ 6	2	570	22 560	41,8
№ 5	3	600	16 905	28,2
№ 9	3	660	21 300	32,3
№ 3	4	600	13 215	22,0
№ 10	5	900	26 325	29,3
№ 8	5	840	21 930	26,1

Т а б л и ц а 4. Эффективность откорма скота при различном количестве дней откорма

Table 4. Efficiency of cattle fattening with different number of days

Кол-во дней откорма	Число периодов откорма	ЭЖЕ, всего	ЭЖЕ/сут	Затраты корма на 1 кг живой массы, ЭЖЕ
180	1	1980	11,0	9,4
120	1	4500	37,5	12,9
300	1	15 000	50,0	40,5
420	2	1767	4,2	4,3
570	2	22 650	39,7	34,3
570	2	22 560	41,8	33,2
600	3	16 905	28,2	27,7
660	3	21 300	32,3	34,4
600	4	13 215	22,0	21,7
900	5	26 325	29,3	30,6
840	5	21 930	26,1	25,5

Как показано в табл. 4, связь между количеством корма в сутки и днями откорма (корреляция) оказалась слабой отрицательной, т. е. отсутствовала, что отражено на рис. 13 ($r = -0,14$).

Количество ЭЖЕ в сутки оказалось наименьшим в технологиях с наибольшим числом периодов откорма и составило 29,3 при откорме животных в течение пяти периодов против 39,7 при откорме в течение двух периодов. Основной причиной такого снижения количества корма на сутки откорма является пастбищное содержание, 1 сутки которого обходятся в 3,5 ЭЖЕ против 12,5 ЭЖЕ в течение суток других периодов (табл. 5).

Количество дней пастбищного содержания снижает количество кормов в 3,5 раза. Исследования показали, что наибольшую съемную живую массу 900 кг животные набирали при откорме взрослого скота за период 120 дней, при откорме телочек за период 30 мес. с отелом и пастбищным содержанием (900 дней), при откорме подсосных бычков-кастратов за период 28 мес. с пастбищным содержанием (840 дней). Наилучшая технология по признаку среднесуточного привеса отмечена у технологии откорма № 7 (табл. 6).

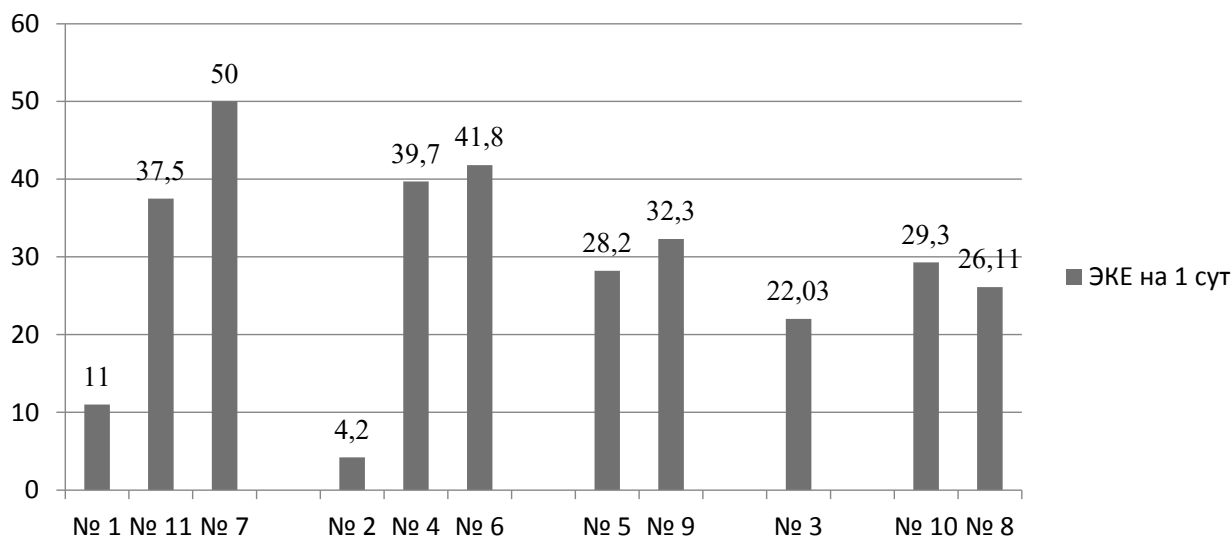


Рис. 13. Показатели величины потребленного корма ЭКЕ в сутки при различном количестве дней откорма

Fig. 13. Indicators of the EFU amount consumed per day at different number of fattening days

Т а б л и ц а 5. Модели экономической эффективности различных технологий откорма

Table 5. Models of economic efficiency of various fattening technologies

Технология	Цифровая модель технологии
№ 1	$2x \cdot 5,5 \cdot 180 = 250$
№ 11	$4x \cdot 12,5 \cdot 120 = 900$
№ 7	$4x \cdot 12,5 \cdot 300 = 720$
№ 2	$3x \cdot 10,5 \cdot 180 + 4x \cdot 12,5 \cdot 240 = 450$
№ 4	$2x \cdot 5,5 \cdot 150 + 4x \cdot 12,5 \cdot 420 = 700$
№ 6	$3x \cdot 10,5 \cdot 240 + 4x \cdot 12,5 \cdot 300 = 720$
№ 5	$3x \cdot 10,5 \cdot 180 + x \cdot 3,5 \cdot 210 + 4 \cdot 12,5 \cdot 210 = 650$
№ 9	$3x \cdot 10,5 \cdot 180 + x \cdot 3,5 \cdot 180 + 4x \cdot 12,5 \cdot 300 = 660$
№ 3	$2x \cdot 5,5 \cdot 180 + 4x \cdot 12,5 \cdot 90 + x \cdot 3,5 \cdot 210 + 4x \cdot 12,5 \cdot 210 = 650$
№ 10	$3x \cdot 12,5 \cdot 90 + x \cdot 3,5 \cdot 180 + 4x \cdot 12,5 \cdot 180 + x \cdot 3,5 \cdot 150 + 4x \cdot 12,5 \cdot 210 = 900$
№ 8	$3x \cdot 10,5 \cdot 180 + x \cdot 3,5 \cdot 180 + 4x \cdot 12,5 \cdot 180 + x \cdot 3,5 \cdot 180 + 4x \cdot 12,5 \cdot 120 = 900$

Т а б л и ц а 6. Показатели эффективности откорма животных, выращенных при различных системах разведения

Table 6. Indicators of fattening efficiency of animals raised using various breeding systems

Показатель	Схема разведения										
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10	№ 11
Дни	180	420	600	570	600	570	300	840	660	900	120
Съемная живая масса, кг	250	450	650	700	650	720	720	900	660	900	900
Среднесуточный привес, г	1400	1100	1100	1200	1100	1300	2400	1100	910	1000	810

В целом наилучшая средняя съемная живая масса 720 кг оказалась у молодняка, выращенного на подсосе; среднюю съемную живую массу 710 кг имели при реализации подрощенные и выбракованные взрослые животные. Телята-отъемыши при реализации имели среднюю съемную живую массу 450 кг. Затраты кормов на 1 кг привеса оказались равны 0,04, 0,10 и 0,09 центнера ЭКЕ соответственно, т. е. наименьшее количество кормов было затрачено при откорме подсосного молодняка, а наибольшее – при откорме подрощенного и выбракованного поголовья. Эффектив-

ность откорма в рос. рублях соответственно равна 21,0, 56,4 и 48,0 рос. руб. на 1 кг привеса. В пересчете на 1 период откорма это составило у подращенных животных 56,4 рос. руб., у молодняка, выращенного подсосным способом, – 6,8 рос. руб. и у телят-отъемышей – 19,2 рос. руб. Таким образом, наиболее эффективный в стоимостном выражении откорм был получен в группах телят, выращенных подсосным способом при коровах-матерях-кормилицах, они же имели и наибольшую живую массу, и наименее эффективным – откорм подращенных и выбракованных животных.

Заключение. Суточное потребление корма оказалось наименьшим в технологиях с наибольшим количеством внутривольевых периодов откорма и составляет 29,3 при откорме животных в течение пяти периодов против 39,7 при откорме в течение двух периодов, что говорит об оптимальном управлении кормами и их резервом при применении различных технологий откорма животных для мясных целей. Основной причиной такого снижения количества корма на сутки откорма является пастбищное содержание, 1 сутки которого обходятся в 3,5 ЭКЕ против 12,5 ЭКЕ в течение суток других периодов.

Наилучшая средняя съемная живая масса 720 кг оказалась у молодняка, выращенного на подсосе; среднюю съемную живую массу 710 кг имели при реализации подращенные и выбракованные взрослые животные. Телята-отъемыши имели при реализации среднюю съемную живую массу 450 кг. Затраты кормов на 1 кг привеса оказались равны 0,04, 0,10 и 0,09 центнера ЭКЕ соответственно, т. е. наименьшее количество кормов было затрачено при откорме подсосного молодняка, а наибольшее – при откорме подращенного и выбракованного поголовья. Эффективность откорма в рос. рублях составила 21,0, 56,4 и 48,0 рос. руб. на 1 кг привеса соответственно, или в пересчете на 1 период откорма подращенных животных – 56,4 рос. руб., молодняка, выращенного подсосным способом, – 6,8 рос. руб., телят-отъемышей – 19,2 рос. руб. Полученные данные позволяют посредством применения биологических методов и математических моделей, индивидуальных для каждой группы скота на откорме, прогнозировать оптимальные привесы при минимизированных затратах корма. Включение полученных данных математических моделей в пакеты прикладных программ развития стада, группы или популяции животных позволяет определить наилучший вариант рассмотренных технологий выращивания крупного рогатого скота для мясных целей.

Список использованных источников

1. Гизатуллин, Р. С. Адаптивная ресурсосберегающая технология производства говядины в мясном скотоводстве / Р. С. Гизатуллин, Т. А. Седых. – Саарбрюккен: Palmarium Academic Publ., 2016. – 119 с.
2. Проблемы сохранения и рационального использования генофонда крупного рогатого скота (обзор) / В. А. Багиров [и др.] // Проблемы и перспективы развития современной репродуктивной технологии, криобиологии и их роль в интенсификации животноводства = Problems and perspectives for development of modern cryobiological reproductive technology and intensification of animal production: материалы междунар. науч.-практ. конф., Дубровицы, 25–27 апр. 2017 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т животноводства; сост.: А. И. Абилов, О. Ю. Осадчая, Е. Н. Делягина. – Дубровицы, 2017. – С. 256–263.
3. Легошин, Г. П. Балльная оценка упитанности мясного скота и ее применение в управлении стадом: практ. рук. / Г. П. Легошин, Т. Г. Шарафеева. – Дубровицы [Моск. обл.]: ВИЖ, 2015. – 46 с.
4. Sidorova, V. The Holstein cattle breeding particularities in Russian small and medium enterprises' conditions / V. Sidorova // Eureka: Life Sciences. – 2016. – № 2. – P. 20–27. <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2016.00103>
5. Сидорова, В. Ю. Цифровая модель экологического содержания мясного скота / В. Ю. Сидорова // Математическое моделирование в экологии: ЭкоМатМод: материалы шестой нац. науч. конф. с междунар. участием, Пущино, 26–29 сент. 2019 г. / Ин-т физ.-хим. и биол. проблем почвоведения РАН; отв. ред.: П. Я. Грабарник, Д. О. Логофет. – Пущино, 2019. – С. 188–190.
6. Зиновьева, Н. А. Вспомогательные репродуктивные технологии: история становления и роль в развитии генетических технологий в скотоводстве (обзор) / Н. А. Зиновьева, С. В. Полябин, Р. Ю. Чинаров // С.-х. биология. – 2020. – Т. 55, № 2. – С. 225–242. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.2.225rus>
7. Поддержание генетического разнообразия животных – основа обеспечения нутриентного разнообразия / В. А. Багиров [и др.] // Вопр. питания. – 2016. – Т. 85, № 2. – С. 225.
8. Технология производства и анализ эффективности реализации говядины в молочном скотоводстве / О. Г. Лоретц [и др.] // Аграр. вестн. Урала. – 2017. – № 7 (161). – С. 23–27.
9. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. – Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy. – Дата доступа: 27.09.2022.

10. Ферма-репродуктор на 1200 голов КРС (Ангуе), холодный метод выращивания [Электронный ресурс] // Fermer.Ru: портал для фермеров. – Режим доступа: <https://fermer.ru/forum/obshchie-voprosypokrs/157794>. – Дата доступа: 10.01.2018.
11. Nayyar, A. Smart farming: IoT based smart sensors agriculture stick for live temprature and moisture monitoring using Arduino, cloud computing & solar technology / A. Nayyar, V. Puri // Communication and computing systems: proc. of the Intern. Conf. on Communication and Computing Systems (ICCCS-2016), Gurgaon, India, 9–11 Sept., 2016 / Dronacharya College of Engineering; ed.: B. M. K. Prasad [et al.]. – London, 2017. – P. 673–680. <https://doi.org/10.1201/9781315364094-121>
12. Методика получения и обработки фото- и видеоматериала для автоматической бонитировки молочных коров / В. В. Кирсанов [и др.] // Вестн. Всерос. науч.-исслед. ин-та механизации животноводства. – 2019. – № 1 (33). – С. 142–146.
13. Planning and designing cattle feedlots [Electronic resource]: MF 2316 rev. / J. Harner [et al.]; Kansas State Univ. Agr. Experiment Station a. Cooperative Extension Service. – Manhattan, Kansas State Univ., 2021. – Mode of access: <https://bookstore.ksre.ksu.edu/pubs/MF2316.pdf>. – Date of access: 27.09.2021.
14. Portable Windbreak Fences // Saskatchewan. – Mode of access: <https://www.saskatchewan.ca/business/agriculture-natural-resources-and-industry/agribusiness-farmers-and-ranchers/livestock/cattle-poultry-and-other-livestock/cattle-portable-windbreak-fences>. – Date of access: 27.09.2021.
15. Local discontinuous Galerkin methods with implicit-explicit time-marching for multi-dimensional convection-diffusion problems / H. Wang [et al.] // ESAIM: Math. Modelling a. Numerical Analysis. – 2016. – Vol. 50, № 4. – P. 1083–1105. <https://doi.org/10.1051/m2an/2015068>
16. Swinnen, J. The political economy of agricultural and food policies / J. Swinnen; Univ. of Leuven. – Leuven: Palgrave Macmillan, 2018. – 254 p. <https://doi.org/10.1057/978-1-137-50102-8>
17. Influence of TG5 and LEP gene polymorphism on quantitative and qualitative meat composition in beef calves / T. A. Sedykh [et al.] // Iraqi J. of Veterinary Sciences. – 2016. – Vol. 30, № 2. – P. 41–48. <https://doi.org/10.33899/ijvs.2016.121382>
18. Feedlot Mounds [Electronic resource]: beef cattle handbook: BCH-10525 / J. Sweeten [et al.]; Extension Beef Cattle Resource Comm., Univ. of Wisconsin. – Mode of access: <https://www.iowabeefcenter.org/bch/FeedlotMounds.pdf>. – Date of access: 27.09.2021.
19. Cârdei, P. Mathematical model for the evolution of Chlorella algae / P. Cârdei, A. Nedelcu, R. Ciuperca // INMATEH – Agr. Engineering. – 2019. – Vol. 57, № 1. – P. 91–102. https://doi.org/10.35633/inmateh_57_10
20. Ганиева, И. А. Предпосылки создания информационно-ресурсной цифровой платформы интеллектуального управления системами земледелия и землепользования для агропромышленного комплекса России / И. А. Ганиева // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33, № 12. – С. 110–116. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-11224>
21. Мировые тенденции интеллектуализации сельского хозяйства: науч. аналит. обзор / [В. Ф. Федоренко и др.]; Рос. науч.-исслед. ин-т информ. и техн.-экон. исслед. по инженер.-техн. обеспечению АПК. – М.: Росинформагротех, 2018. – 229 с.
22. Подготовка изображения, получаемого с 3D ToF камеры для автоматического обнаружения сосков коровы / В. В. Кирсанов [и др.] // Инновации в сел. хоз-ве. – 2019. – № 3 (32). – С. 340–346.
23. Invited review: Learning from the future – a vision for dairy farms and cows in 2067 / J. H. Britt [et al.] // J. of Dairy Science. – 2018. – Vol. 101, № 5. – P. 3722–3741. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14025>
24. Berger, R. Using a dairy management information system to facilitate precision agriculture: the case of the AfiMilk® System / R. Berger, A. Hovav // Inform. Systems Management. – 2013. – Vol. 30, № 1. – P. 21–34. <https://doi.org/10.1080/10580530.2013.739885>
25. Информационно-аналитическая система «Селэкс» – мясной скот. Племенной учет в хозяйствах [Электронный ресурс] // Плинор: регион. центр информ. обеспечения плем. животноводства Ленингр. обл. – Режим доступа: <https://plinor.ru/solution/software/solutions/desktopapp/beef/>. – Дата доступа: 16.07.2020.
26. Меденников, В. И. Основные направления информатизации АПК РФ [Электронный ресурс] / В. И. Меденников, С. Г. Сальников // Всерос. ин-т аграр. проблем и информатики им. А. А. Никонова. – Режим доступа: http://www.viapi.ru/publications/articles/detail.php?IBLOCK_ID=45&SECTION_ID=3295&ELEMENT_ID=8998. – Дата доступа: 27.09.2021.
27. Черкесов, Д. Л. Развитие мясного скотоводства в России [Электронный ресурс]: интервью генер. директора Нац. Союза производителей говядины / Д. Л. Черкесов // Agro-ferma.ru: ангары для сел. хоз-ва. – Режим доступа: https://www.agro-ferma.ru/dayatelnost/ferma-krs/ferma-krs-stati/razvitie-myasnogo-skotovodstva-v-rossii/?sphrase_id=1368. – Дата доступа: 10.01.2018.
28. 163 population structure and genetic diversity of Russian native cattle breeds / A. V. Dotsev [et al.] // J. of Animal Science. – 2017. – Vol. 95, suppl. 4. – P. 80. <https://doi.org/10.2527/asasann.2017.163>

References

1. Gizatullin R. S., Sedykh T. A. *Adaptive resource-saving technology for beef production in beef cattle breeding*. Saarbrücken, Palmarium Academic Publishing, 2016. 119 p. (in Russian).
2. Bagirov V. A., Klenovitskiy P. M., Iolchiev B. S., Zinov'eva N. A., Shaydullin I. N., Zhilinskiy M. A., Amirshoev F. S., Baymishev Kh. B. Problems of conservation and rational use of cattle gene pool (review). *Problemy i perspektivy razvitiya sovremennoy reproduktivnoy tekhnologii, kriobiologii i ikh rol' v intensifikatsii zhivotnovodstva: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Dubrovitsy, 25–27 aprelya 2017 g.* = *Problems and perspectives for development of modern*

cryobiological reproductive technology and intensification of animal production: materials of the international scientific and practical conference, Dubrovitsy, April 25–27, 2017. Dubrovitsy, 2017, pp. 256–263 (in Russian).

3. Legoshin G. P., Sharafeeva T. G. *Scoring of beef cattle fatness and its use in herd management. Dubrovitsy, L.K. Ernst All-Russian Research Institute of Animal Husbandry, 2015. 46 p. (in Russian).*

4. Sidorova V. The Holstein cattle breeding particularities in Russian small and medium enterprises' conditions. *Eureka: Life Sciences*, 2016, no. 2, pp. 20–27. <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2016.00103>

5. Sidorova V. Yu. Digital model of ecological maintenance of beef cattle. *Matematicheskoe modelirovanie v ekologii: EkoMatMod: materialy shestoi natsional'noi nauchnoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, Pushchino, 26–29 sentyabrya 2019 g.* [Mathematical modeling in ecology: EcoMatMod: proceedings of the sixth national scientific conference with international participation, Pushchino, September 26–29, 2019]. Pushchino, 2019, pp. 188–190 (in Russian).

6. Zinovieva N. A., Pozyabin S. V., Chinarov R. Yu. Assisted reproductive technologies: the history and role in the development of genetic technologies in cattle (review). *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2020, vol. 55, no. 2, pp. 225–242 (in Russian). <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.2.225rus>

7. Bagirov V. A., Chernukha I. M., Tyshko N. V., Zinov'eva N. A. Maintaining the genetic diversity of animals is the basis for ensuring nutrient diversity. *Voprosy pitaniya = Problems of Nutrition*, 2016, vol. 85, suppl. 2, p. 225 (in Russian).

8. Lorets O. G., Gorelik O. V., Luneva R. A., Belyaeva N. V. Production technology and analysis of the effectiveness of the implementation of beef in dairy cattle breeding. *Agrarnyi vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*, 2017, no. 7 (161), pp. 23–27 (in Russian).

9. Agriculture, hunting and forestry. *Federal State Statistics Service*. Available at: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy (accessed 27.09.2021) (in Russian).

10. A reproduction farm for 1,200 heads of cattle (Angus), the cold method of rearing. *Fermer.ru*. Available at: <https://fermer.ru/forum/obshchie-voprosypokrs/157794> (accessed 10.01.2018) (in Russian).

11. Nayyar A., Puri V. Smart farming: IoT based smart sensors agriculture stick for live temprature and moisture monitoring using Arduino, cloud computing & solar technology. *Communication and computing systems: proceedings of the International Conference on Communication and Computing Systems (ICCCS-2016), Gurgaon, India, 9–11 September, 2016*. London, 2017, pp. 673–680. <https://doi.org/10.1201/9781315364094-121>

12. Kirsanov V. V., Yurochka S. S., Pavkin D. Y., Vladimirov F. E., Ruzin S. S. The method of photos and video materials' obtaining and processing for dairy cows automatic bonitation. *Vestnik Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva = Journal of VNIIMZH*, 2019, no. 1 (33), pp. 142–146 (in Russian).

13. Harner J., Murphy J. P., Boyer W., Davidson J., George H., Graber R., Minson S., Harvey M. *Planning and designing cattle feedlots: MF 2316 rev.* Manhattan, Kansas State University, 2021. Available at: <https://bookstore.ksre.ksu.edu/pubs/MF2316.pdf> (accessed 27.09.2021).

14. Portable Windbreak Fences. *Saskatchewan*. Available at: <https://www.saskatchewan.ca/business/agriculture-natural-resources-and-industry/agribusiness-farmers-and-ranchers/livestock/cattle-poultry-and-other-livestock/cattle/portable-windbreak-fences> (accessed 27.09.2021).

15. Wang H., Zhang Q., Wang S., Shu C.-W. Local discontinuous Galerkin methods with implicit-explicit time-marching for multi-dimensional convection-diffusion problems. *ESAIM: Mathematical Modelling and Numerical Analysis*, 2016, vol. 50, no. 4, pp. 1083–1105. <https://doi.org/10.1051/m2an/2015068>

16. Swinnen J. *The political economy of agricultural and food*. Leuven, Palgrave Macmillan, 2018. 254 p. <https://doi.org/10.1057/978-1-137-50102-8>

17. Sedykh T. A., Kalashnikova L. A., Gusev I. V., Pavlova I. Yu., Gizatullin R. S., Dolmatova I. Yu. Influence of TG5 and LEP gene polymorphism on quantitative and qualitative meat composition in beef calves. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 2016, vol. 30, no. 2, pp. 41–48. <https://doi.org/10.33899/ijvs.2016.121382>

18. Sweeten J., Lubinus L., Durland R., Bruce B. *Feedlot Mounds: beef cattle handbook: BCH-10525*. Available at: <https://www.iowabeefcenter.org/bch/FeedlotMounds.pdf> (accessed 27.09.2021).

19. Cârdei P., Nedelcu A., Ciuperca R. Mathematical model for the evolution of Chlorella algae. *INMATEH – Agricultural Engineering*, 2019, vol. 57, no. 1, pp. 91–102. https://doi.org/10.35633/inmateh_57_10

20. Ganieva I. A. Prerequisites for the creation of an information and resource digital platform for the intellectual management of agriculture and land use systems for the Russian agricultural sector. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2019, vol. 33, no. 12, pp. 110–116 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-11224>

21. Fedorenko V. F., Chernovanov V. I., Gol'tyapin V. Ya., Fedorenko I. V. *Global trends in the intellectualization of agriculture*. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 2018. 229 p. (in Russian).

22. Kirsanov V. V., Pavkin D. Y., Yurochka S. S., Nikitin E. A., Vladimirov F. E., Ruzin S. S. Preparing an image received with 3D ToF camera for automatic detection of cow teats. *Innovatsii v sel'skom khozyaistve [Innovation in Agriculture]*, 2019, no. 3 (32), pp. 340–346 (in Russian).

23. Britt J. H., Cushman R. A., Dechow C. D., Dobson H., Humblot P., Hutjens M. F., Jones G. A., Ruegg P. S., Sheldon I. M., Stevenson J. S. Invited review: Learning from the future – a vision for dairy farms and cows in 2067. *Journal of Dairy Science*, 2018, vol. 101, no. 5, pp. 3722–3741. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14025>

24. Berger R., Hovav A. Using a dairy management information system to facilitate precision agriculture: the case of the AfiMilk® System. *Information Systems Management*, 2013, vol. 30, no. 1, pp. 21–34. <https://doi.org/10.1080/10580530.2013.739885>

25. Information and analytical system “Selex” – beef cattle. Tribal accounting in farms. *Plinor*. Available at: <https://plinor.ru/solution/software/resolutions/desktopapp/beef/> (accessed 16.07.2020) (in Russian).

26. Medennikov V. I., Sal'nikov S. G. *The main directions of informatization of the agro-industrial complex of the Russian Federation*. Available at: http://www.viapi.ru/publications/articles/detail.php?IBLOCK_ID=45&SECTION_ID=3295&ELEMENT_ID=8998 (accessed 27.09.2021) (in Russian).

27. Cherkesov D. L. *Development of beef cattle breeding in Russia*. Available at: https://www.agro-ferma.ru/dayatelnost/ferma-krs/ferma-krs-stati/razvitie-myasnogo-skotovodstva-v-rossii/?sphrase_id=1368 (accessed 10.01.2018) (in Russian).

28. Dotsev A. V., Sermyagin A. A., Gladyr' E. A., Deniskova T., Wimmers K., Reyer H., Brem G., Zinovieva N. A. 163 population structure and genetic diversity of Russian native cattle breeds. *Journal of Animal Science*, 2017, vol. 95, suppl. 4, p. 80. <https://doi.org/10.2527/asasann.2017.163>

Информация об авторах

Сидорова Виктория Юрьевна – доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории разработки инновационной техники и перспективных технологий производства говядины, Институт механизации животноводства – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (пос. Рязановское, Знамя Октября, 31, 108823, Москва, Российская Федерация). E-mail: gdi20071@yandex.ru. <http://orcid.org/0000-0001-9056-8326>

Петров Евгений Борисович – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории разработки инновационной техники и перспективных технологий производства говядины, Институт механизации животноводства – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (пос. Рязановское, Знамя Октября, 31, 108823, Москва, Российская Федерация). E-mail: evg-petrov@mail.ru. <http://orcid.org/0000-0001-6715-3974>

Новиков Николай Николаевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории разработки инновационной техники и перспективных технологий производства продукции свиноводства, Институт механизации животноводства – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (пос. Рязановское, Знамя Октября, 31, 108823, Москва, Российская Федерация). E-mail: novikov-vniimzh@yandex.ru. <http://orcid.org/0000-0001-8593-6964>

Information about the authors

Victoria Yu. Sidorova – D. Sc. (Agricultural), Chief Researcher of the Laboratory for Development of Innovative Equipment and Advanced Technologies for Beef Production, Federal Scientific Agroengineering Center VIM (31, Ryazanovskoe village, Znamya of October, 108823, Moscow, Russian Federation). E-mail: gdi20071@yandex.ru. <http://orcid.org/0000-0001-9056-8326>

Evgeny B. Petrov – Ph. D. (Agricultural), Leading Researcher of the Laboratory for Development of Innovative Equipment and Advanced Technologies for Beef Production, Federal Scientific Agroengineering Center VIM (31, Ryazanovskoe village, Znamya of October, 108823, Moscow, Russian Federation). E-mail: evg-petrov@mail.ru. <http://orcid.org/0000-0001-6715-3974>

Nikolai N. Novikov – Ph. D. (Engineering), Leading Researcher of the Laboratory for Development of Innovative Equipment and Advanced Technologies for Pig Production, Federal Scientific Agroengineering Center VIM (31 Ryazanovskoe village, Znamya of October, 108823, Moscow, Russian Federation). E-mail: novikov-vniimzh@yandex.ru. <http://orcid.org/0000-0001-8593-6964>