

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 336:338.432

DOI: 10.26897/2687-1149-2021-1-63-68

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ**СЕРГЕЕВА НАТАЛЬЯ ВИКТОРОВНА**, канд. экон. наук, доцент

sergeewanv78@mail.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

Аннотация. При стойловом содержании продуктивность животных напрямую зависит от питательности кормов и поддержания определенного микроклимата. На основе методов сравнения и прогнозирования технико-экономических показателей работы малой животноводческой фермы рекомендуются несложные экономичные инженерные решения: регулирование светового режима и микроклимата. Анализ показателей малой животноводческой фермы на 110 гол. СПК «Волна» Брянской области за 2017-2019 гг. показал сокращение продуктивности молочного поголовья и высокие темпы роста себестоимости молока. Автором предложены мероприятия по поддержанию микроклимата в коровнике на 110 гол. с помощью светодиодных светильников HB LED и системы штор вентиляционных «ПМ-Комплект», управляемых автоматизированной системой Farm Management Support. Данная информационная платформа позволяет контролировать и анализировать многие процессы по уходу за животными, помогает оперативно принимать инженерные и организационно-экономические решения. Выполнено экономическое обоснование технических решений по освещению и воздухообмену фермы. Новые технические решения потребуют около 1,2 млн руб. единовременных вложений, позволят увеличить среднегодовую продуктивность коров на 7,3%, сократить себестоимость 1 ц молока на 4,6%. Единовременные вложения окупятся через 1,5 года. Для фермы суммарный экономический эффект с учётом нормативной эффективности капитальных вложений составит примерно 800 тыс. руб. Показана целесообразность применения выбранных технических решений для малой животноводческой фермы.

Ключевые слова: инновационные решения, микроклимат, светодиодные светильники, вентиляционные шторы, автоматизированные системы, экономический эффект.

Формат цитирования: Сергеева Н.В. Экономическое обоснование инновационных инженерных решений в животноводстве // Агроинженерия. 2021. № 1 (101). С. 63-68. DOI: 10.26897/2687-1149-2021-1-63-68.

©Сергеева Н.В., 2021



ORIGINAL PAPER

ECONOMIC RATIONALE FOR INNOVATIVE ENGINEERING SOLUTIONS IN LIVESTOCK BREEDING**NATALYA V. SERGEEVA**, PhD (Econ), Associate Professor

sergeewanv78@mail.ru

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 127550, Russian Federation, Moscow, st. Timiryazevskaya, 49

Abstract. Under the stable system of livestock keeping, the productivity of farm animals directly depends on the nutritional value of the feed and the maintenance of certain air, temperature and humidity parameters of the breeding facilities. Based on methods of comparison and prediction of the technical and economic performance of a small livestock farm, simple cost-effective engineering solutions – light mode and microclimate regulation – are recommended. The economic activity analysis of the “Volna” farm enterprise in the Bryansk region for 2017-2019 showed a reduction in the productivity of dairy livestock and high growth rates of the cost of milk. Measures are proposed to maintain the microclimate in a cowshed for 110 heads using HB LED lamps and a system of ventilation curtains “PM-Kit” controlled by an automated Farm Management Support system. This information platform allows monitoring and analyzing many processes associated with animal care, helps quickly make engineering and organizational-and-economic decisions. The author offers an economic rationale for technical solutions to ensure stable lighting and air exchange of the cowshed. The new technical solutions will require about 1.2 million rubles of one-time investment, will increase the average annual productivity of cows by 7.3%, and reduce the cost of 1 kg of milk by 4.6%. The total economic effect, taking into account the regulatory efficiency of capital investments, will be approximately 800 thousand rubles for one farm. The author proves the feasibility of the selected technical solutions for a small-size livestock farm.

Key words: innovative solutions, microclimate, led lights, ventilation curtains, automated systems, economic effect.

For citation: Sergeeva N.V. Economic rationale for innovative engineering solutions in livestock breeding // Agricultural Engineering, 2021; 1 (101): 63-68. (In Rus.). DOI: 10.26897/2687-1149-2021-1-63-68.

Введение. В течение последних 10 лет молочное производство непрерывно увеличивается как по ёмкости рынка, так и по объёму сбыта. Существенно возросли объёмы производства продукции переработки сырого молока. Однако процедура организации, мониторинга и внутреннего контроля производственных процессов в сельском хозяйстве заметно отстаёт от других отраслей и сфер деятельности [1]. У аналитиков нет достаточных оснований для выявления наиболее важных факторов, влияющих на эффективность хозяйственных процессов в условиях конкретных хозяйств.

Основным натуральным показателем эффективности производства сырого молока является продуктивность дойного стада, а стоимостным показателем – себестоимость его получения. С целью увеличения удоев в молочных хозяйствах происходит непрерывное совершенствование технологии доения, обновляются технические средства для раздачи кормов и поения животных, инженерные решения по сохранению качества молока, что позволяет повысить уровень технологичности и степени инновационного развития производства [2].

Любые организационно-технические мероприятия должны быть экономически обоснованными, что является главным фактором для устойчивого экономического развития отрасли животноводства [2].

Что касается экономических процессов, то предложенные решения позволят одновременно удовлетворить интересы производителя и потребителя. Производитель сможет повысить продуктивность коров, сократить удельные расходы на их содержание, что позволит сократить себестоимость молока и обеспечить наибольшую прибыль. В итоге потребитель получит более доступную по цене продукцию. От уровня производственных затрат, в которых до 40% занимает удельный вес расходов на содержание и эксплуатацию машин, оборудования, инженерных систем, зависит отпускная цена на сырое молоко, а от неё зависит, в свою очередь, розничная цена на продукты переработки молока. Чтобы сельскохозяйственное производство было более эффективным, прежде всего следует сокращать прямые производственные затраты.

В настоящих условиях финансово-экономического состояния сельских товаропроизводителей сложным является процесс обновления средств производства на более современные, поскольку их эффективность достигается в крупном, масштабном производстве. Для более мелких хозяйств рекомендуются несложные и экономичные инженерные решения.

Регулирование светового режима и микроклимата малых животноводческих ферм имеет существенное значение для обеспечения высокой продуктивности дойного стада, позволяя сократить производственные издержки и обеспечивая предприятию дополнительную финансовую выгоду.

Цель исследований: выполнить экономическое обоснование замены электрических ламп и использования вентиляционных штор для малых молочных ферм.

Материал и методы. Использованы методы сравнения и прогнозирования технико-экономических показателей работы животноводческой фермы. В качестве материала исследований выступили результаты хозяйственной деятельности малой молочной фермы на 110 гол. СПК «Волна» Брянской области.

Результаты и обсуждение. На продуктивность животных и птицы значительное влияние оказывает микроклимат помещений: температура воздуха, его свежесть, влажность и освещённость, отсутствие пыли и иных примесей газов [3].

Для повышения продуктивности коров можно увеличить световой день и поддерживать температурный режим внутри животноводческих помещений с помощью специального оборудования, управляемого цифровыми системами Farm Management Support¹. Система позволяет контролировать многие процессы по уходу за животными, но в статье рассмотрены только освещение и воздухообмен.

Предлагается рассмотреть возможные мероприятия по повышению продуктивности коров на примере СПК «Волна» Брянской области. Основным видом деятельности предприятия являются разведение молочного крупного рогатого скота и производство сырого молока. Дойное стадо состоит из 240 гол., молодняк и ремонтное поголовье составляют 147 гол. В хозяйстве заняты 49 работников.

В таблице 1 представлены показатели эффективности производства продукции животноводства за последние три года. Очевидной является тенденция снижения его эффективности.

Продуктивность животных увеличивается незначительно по сравнению с ростом производственных затрат. Уровень рентабельности производства молока в 2018 и 2019 гг. по сравнению с 2017 г. сокращён на 2,7 п.п. При уровне рентабельности производства 9% весьма сложно развивать и совершенствовать технологические процессы, обновлять и модернизировать оборудование.

Понятие эффективности включает в себя рентабельность всей деятельности организации или ее отдельных подразделений. К примеру, для увеличения рентабельности затрат необходимо проводить политику снижения себестоимости производства и реализации, то есть снижать долю себестоимости продаж, коммерческих и управленческих расходов в общей величине выручки. Как правило, это позволяет снизить затраты на рубль товарной продукции и повысить показатель прибыли от продажи молока.

Для определения и выявления динамики показателей эффективности хозяйственных процессов следует использовать лимиты затрат, которые позволят еще на этапе планирования эксплуатационных затрат знать возможные пределы расходов и оперативно ими манипулировать [4].

¹ Система автоматизированного контроля производственных процессов в коровнике. URL: <https://www.lely.com/ru/advice/farm-management-support/> (дата обращения: 14.10.2020).

Таблица 1

Динамика производственных показателей СПК «Волна»

Table 1

Dynamics of production indicators of sec "Volna"

Показатель <i>Index</i>	Годы / Years				
	2017	2018	2019	Абсолютные изменения (+/-) <i>Absolute changes (+/-)</i>	
				2018-2017	2019-2018
Товарная продукция, тыс. руб. <i>Marketable products, thousand rubles</i>	44123	55612	57812	11489	2200
Среднегодовая продуктивность коров, кг <i>Average annual productivity of cows, kg</i>	9082	9124	9142	+58	+18
Полная себестоимость товарной продукции, тыс. руб. <i>Full cost of marketable products, thousand rubles</i>	30022	41914	41396	11892	-518
Затраты на 1 рубль товарной продукции, руб. <i>Costs per 1 ruble of marketable products, rubles</i>	0,68	0,75	0,72	0,07	-0,03
Валовое производство молока, ц <i>Gross milk production, c</i>	15610	21220	22410	5610	1190
Себестоимость 1 ц молока, руб. <i>The cost of 1 centner of milk, rubles</i>	1780	1833	1934	53	101
Цена реализации молока, руб/ц. <i>Sale price of milk, rubles/c</i>	1845	1940	2030	95	90
Уровень рентабельности, % <i>Profitability level, %</i>	11,8	9,1	9,1	-2,7	-

Вопросы внедрения более производительных средств механизации и оборудования, цифровизации производственных процессов постоянно обсуждаются. Современные инновационные решения в инженерно-техническом оснащении сельского хозяйства способствуют повышению производительности труда рабочих, экономии энергетических ресурсов и повышению экономической эффективности производства конкретных видов продукции [5].

Для дойных коров оптимальная длительность светового дня составляет около 16 ч. Искусственное увеличение продолжительности дня зимой и в межсезонье замедляет выработку мелатонина и может повысить надой молока на 8%. Освещение помещений желательно осуществлять за счет естественного света (например, за счет больших окон в коровнике), но можно использовать и энергосберегающие лампы.

Освещение в коровнике должно проектироваться с учётом специфических требований и факторов жизнедеятельности коров. Например, одним из продуктов жизнедеятельности животных является аммиак – химически агрессивное вещество, губительно действующее на некоторые виды светотехнических материалов. Поэтому светильники для коровника должны быть изготовлены из материалов, устойчивых к химически агрессивным средам. Сократить эксплуатационные затраты на обслуживание осветительной установки и добиться максимальной энергоэффективности позволит светодиодное освещение коровника.

Конструкция осветительной установки предполагает два светодиодных модуля, установленных на потолке или стенах с помощью лиры, с возможностью регулировки угла наклона к опорной поверхности от 0 до 45 град. и регулировки модулей относительно лиры на угол до 45 град.

В таблице 2 показана характеристика светодиодных ламп HB LED². Линзы могут быть выполнены из поликарбоната, но возможна комплектация прозрачным термостойким стеклом.

Стоимость одного светильника с креплением составляет 16 тыс. руб. Для животноводческой фермы на 110 гол. предполагается закупить 24 комплекта светильников. Стоимость монтажа составит примерно 2,5 тыс. руб. в расчете на светильник. Таким образом, единовременные затраты на освещение составят 446,5 тыс. руб. Группа светильников оснащена светодиодными датчиками, подключаемыми с помощью цифровой IoT-платформы OceanConnect [6] к системе мониторинга климата помещения Farm Management Support, которая по степени необходимости включает или отключает лампы. Кроме того, сразу фиксируется расход электроэнергии не только в каждом коровнике, но и в зависимости от стороны расположения: южная-северная [5]. Такая система регулирования освещенности помещений позволяет одновременно

² HB LED Светодиодные светильники для высоких пролетов (аналоги светильников типа ГСП/ЖСП 400, РСР 1000). URL: <https://www.ltcompany.com/ru/products/archive/hb-led/> (дата обращения: 14.10.2020 г.).

поддержат продолжительность светового дня до заданного уровня и контролировать расход электроэнергии.

Точность системы контроля освещенности позволяет оптимизировать физиологические процессы животного

в течение всего года, что приводит к сохранению сезонной продуктивности коров, удержат ее на уровне весенне-летнего периода и, таким образом, повысить среднесезонные показатели удоя.

Таблица 2

Характеристика светодиодных ламп HB LED

Table 2

Characteristic of equipment

Характеристика <i>Characteristic feature</i>	Значение <i>Value</i>
Номинальная мощность, Вт <i>Rated power, W</i>	200
Цветовая температура, К <i>Colour temperature, K</i>	5000
Световой поток, лм <i>Luminous flux, lm</i>	20000
Угол светораспределения, ° <i>Beam angle, °</i>	110
Индекс цветопередачи, Ra <i>Color rendering index, Ra</i>	>75
Входная частота, Гц <i>Input frequency, Hz</i>	50...60

Рассмотрим экономическую эффективность инженерных решений, связанных с естественной вентиляцией животноводческого помещения.

В животноводческих помещениях при стойловом содержании образуется множество газов (углекислый газ, аммиак и метан), которые наносят вред животному, вследствие чего коровы испытывают недостаток кислорода. В таких условиях достичь высокой производительности весьма затруднительно. В летний период, при повышении температуры до 26°C и более, надой молока снижается еще на 6...12%.

Для хорошего состояния животных им необходимы свежий воздух и освещенность. При правильном воздухообмене коровы употребляют больше корма и увеличивают надой в среднем на 6...7%, на 10...15% быстрее прибавляют в весе.

Можно достичь оптимального притока воздуха, если боковые стены коровника оснащены вентиляционными шторами, регулируемые по высоте (рис.).

Системы штор «ПМ-Комплект» обеспечивают коровник не только свежим приточным воздухом, но и необходимой освещенностью днём, что способствует экономии электроэнергии³. Подобная система вентиляции используется во многих странах – в хозяйствах с невысокой численностью голов (до 150 гол.).

Установка рулонных штор на коровник в 110 гол. с общей площадью оконных проемов 658 м² обойдется примерно в 765 тыс. руб. Основными дополнительными текущими затратами на реализацию мероприятий

станут затраты на электроэнергию и амортизационные отчисления.



Рис. Система вентиляционных штор
Fig. System of ventilation curtains

С использованием предлагаемых светодиодных светильников HB LED затраты на электроэнергию сократятся на 219 тыс. руб. (11%), затраты на амортизацию увеличатся на 80 тыс. руб. (+4,1%), прочие затраты на обслуживание возрастут на 65 тыс. руб. (+3,3%). С применением вентиляционных штор на 64 тыс. руб. (+3,3%) увеличатся расходы на амортизацию, на 29 тыс. руб. (-1,5%) сократятся затраты на принудительную вентиляцию, прочие затраты на их обслуживание увеличатся на 105 тыс. руб. (+5,4%). Но при этом средний рост удоев с одной коровы составит 7,3%. Следовательно, себестоимость одного центнера молока будет снижена. Использование автоматической системы Farm Management Support позволяет создать соединяющую и легко

³ Запуск производства вентиляционных штор для КРС. URL: [http://www.pm-komplect.ru/](http://www.pm-komplekt.ru/) (дата обращения: 14.10.2020).

масштабируемую платформу оперативного управления производством [4].

Экономическое обоснование предполагаемых мероприятий для коровника на 110 гол. представлено в таблице 3.

Экономический эффект определен на примере одной фермы. Если в хозяйстве таких ферм три, то суммарный эффект составит уже около 3 млн руб.

Существуют и другие альтернативные решения по созданию и регулирования микроклимата животноводческих помещений, но предложенные инженерные решения учитывают организационно-экономические и технические возможности конкретного хозяйства. Некоторые решения могут быть недоступны мелким хозяйствам с численностью коров менее 200 гол.

Таблица 3

Показатели экономической эффективности мероприятий

Table 3

Indicators of economic efficiency of measures

Показатель <i>Index</i>	Базовый вариант <i>Basic variant</i>	Прогноз с учётом предлагаемых инженерных решений <i>Forecast taking into account the proposed engineering solutions</i>	Абсолютное изменение <i>Absolute change</i>
Единовременное вложение, тыс. руб. <i>One-time investment, thousand rubles</i>	-	1211,5	
Продуктивность, ц/гол. в год <i>Productivity, c / head per year</i>	91,42	98,09	+6,67
Объем реализации молока, ц <i>Milk sales volume, c</i>	10 056	10 790	+734
Годовая себестоимость молока, тыс. руб. <i>Annual cost of milk, thousand rubles</i>	19 448	19 907	+459
Расчетная годовая выручка от продажи молока, тыс. руб. <i>Estimated annual proceeds from the sale of milk, thousand rubles</i>	20 413	21 903	+1490
Прибыль от продаж, тыс. руб. <i>Profit from sales, thousand rubles</i>	965	1 996	+1031
Экономический эффект, тыс. руб. <i>Economic effect, thousand rubles</i>		788,7	
Срок окупаемости капиталовложения, лет <i>Payback period, years</i>		1,5	

Выводы

Инженерные решения по поддержанию микроклимата в коровнике на 110 гол. с помощью светодиодных светильников HB LED и системы штор вентиляционных «ПМ-Комплект», управляемых автоматизированными системами Farm Management Support, потребуют около 1,2 млн руб. единовременных вложений. Данные мероприятия позволят увеличить среднегодовую продуктивность

коров на 7,3%, удои с одной коровы – на 6,67 ц, общий объем реализованного молока – на 734 ц. При этом сократится себестоимость 1 ц молока на 4,6%, годовая себестоимость всего молока возрастет на 459 тыс. руб., расчетная выручка от продажи увеличится на 1490 тыс. руб., а прибыль от продаж – на 1031 тыс. руб. Суммарный экономический эффект с учетом нормативной эффективности капитальных вложений составит 788,7 тыс. руб. Единовременные вложения окупятся через 1,5 года.

Библиографический список

1. Мощенко О., Усанов А., Фелелова Н. Проблемы организации внутреннего контроля биологических активов в сельском хозяйстве // Аграрный научный журнал. 2018. № 2. С. 94-100.

2. Сергеева Н.В. Повышение экономической эффективности молочного скотоводства путем технического перевооружения молочных ферм (на примере хозяйств Брянской области): Монография. М.: ООО «Мегаполис», 2018. С. 71-76.

References

1. Moshchenko O., Usanov A., Fefelova N. Problemy organizatsii vnutrennego kontrolya biologicheskikh aktivov v sel'skom khozyaystve [Problems of organizing internal control of biological assets in agriculture]. *Agrarniy nauchnyy zhurnal*. 2018; 2: 94-100. (In Rus.)

2. Sergeeva N.V. Povyshenie ekonomicheskoy effektivnosti molochnogo skotovodstva putem tekhnicheskogo perevooruzheniya molochnykh ferm (na primere khozyaystv Bryanskoy oblasti): monografiya [Improving the economic

3. Ястребова Е.А. Влияние параметров микроклимата на физиологическое состояние и молочную продуктивность коров: дис. ... канд. с.-х. наук. Ижевск, 2013. 160 с.

4. Sergeyeva N. 2020 The Cost Planning and Cash Limits for Repair and Maintenance Work in the AIC // Bogoviz A. (eds) *Complex Systems: Innovation and Sustainability in the Digital Age. Studies in Systems, Decision and Control*. Vol. 282 (Springer, Cham). Pp. 585-94.

5. Сергеева Н.В. Применение цифровых технологий в животноводстве // Развитие цифровой экономики: теоретическая и практическая значимость для АПК: Материалы Международной научно-практической конференции / Под ред. В.И. Шариковой. 2019. С. 289-291.

6. Шуравин А. Технологическая платформа Интернета вещей: стандарты, возможности, перспективы // Технологии и средства связи. 2019. URL: <http://lib.tsonline.ru/print/tss/> (дата обращения: 14.10.2020).

efficiency of dairy cattle breeding by technical re-equipment of dairy farms (as exemplified by farms in the Bryansk region): Monograph]. Moscow, ООО "Megapolis", 2018: 71-76. (In Rus.)

3. Yastrebova E.A. Vliyanie parametrov mikroklimate na fiziologicheskoe sostoyanie i molochnyuyu produktivnost' korov: diss. ... kand. s.-kh. nauk [Influence of microclimate parameters on the physiological state and milk productivity of cows; PhD (Ag) thesis]. Izhevsk, 2013: 160. (In Rus.)

4. Sergeyeva N. The Cost Planning and Cash Limits for Repair and Maintenance Work in the AIC. In: Bogoviz A. (eds) *Complex Systems: Innovation and Sustainability in the Digital Age. Studies in Systems, Decision and Control*. Springer, Cham, 2020; 282: 585-94.

5. Sergeeva N.V. Primenenie tsifrovyykh tekhnologiy v zhivotnovodstve [Application of digital technologies in animal husbandry]. *Razvitie tsifrovoy ekonomiki: teoreticheskaya i prakticheskaya znachimost' dlya APK: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Ed by V.I. Sharikova, 2019: 289-291. (In Rus.)

6. Shuravin A. Tekhnologicheskaya platforma Interneta veshchey: standarty, vozmozhnosti, perspektivy [Technological platform of the Internet of things: standards, opportunities, prospects]. *Tekhnologii i sredstva svyazi*, 2019. URL: <http://lib.tsonline.ru/print/tss/> (Access date: 14.10.2020) (In Rus.)

Критерии авторства

Сергеева Н.В. выполнила теоретические исследования, на основании которых провела расчеты и подготовила рукопись. Сергеева Н.В. имеет на статью авторские права и несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 09.10.2020 г

Одобрена после рецензирования 19.11.2020

Принята к публикации 18.12.2020 г.

Contribution

N.V. Sergeeva performed theoretical studies, on the basis of which I made calculations and wrote a manuscript. N.V. Sergeeva has author's rights and bear responsibility for plagiarism.

Conflict of interests

The author declares no conflict of interests regarding the publication of this paper.

The paper was received 09.10.2020

Approved after reviewing 19.11.2020

Accepted for publication 18.12.2020