

**АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН МЕХАНИКАЛАНДЫРУ ЖӘНЕ ЭЛЕКТРЛЕНДІРУ
МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
AGRICULTURE MECHANIZATION AND ELECTRIFICATION**

МРНТИ 68.39.17

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2023/34>

Ш.К.Сыдыков, Н.Б.Алибек, А.Е.Байболов, А.Б.Токмолдаев, И.М. Кәкімбек*

*Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г.Алматы, Республика
Казахстан*

shuhrat.27@mail.ru, alibek.nessipbek@kaznaru.edu.kz, asan.baibolov@kaznaru.edu.kz,
amanzhol.tokmoldai@kaznaru.edu.kz, i.kakimbek@yandex.kz*

**УСТАНОВКА НА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ ДЛЯ
ПОДДЕРЖАНИЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ОБЪЕКТОВ**

Аннотация

Из-за изменения климата, в последние годы, среднесуточные температуры атмосферного воздуха значительно повысились в весенние и летние месяцы, и прогнозы указывают на их дальнейшее повышение. При этом, повышение температуры тела животных вызывает изменения на клеточном и системном уровне, которые снижают интенсивность метаболических и производственных процессов, связанных с выделением тепла, в краткосрочной и долгосрочной перспективе (гомеоретическая адаптация). Исследованиями зарубежных ученых доказано, что затраты на охлаждение в летней и отопление зимней периоды года животноводческих помещений, как правило, значительно ниже, чем потери вызываемые множеством негативных последствий с точки зрения физиологических и поведенческих нарушений и значительных потерь в производстве продуктивности молока и перерасхода кормов. Поэтому создание системы, которая обеспечит оптимальные условия для улучшения содержания крупного рогатого скота (КРС) с минимальными энергозатратами в технологических процессах формирования нормативного микроклимата в животноводческих помещениях, является актуальной.

В статье рассматривается вариант формирования микроклимата в животноводческих помещениях в условиях выращивания КРС в малых и средних крестьянских и фермерских хозяйствах республики. Предлагаемая конструкция системы охлаждения и отопления сельскохозяйственных объектов, снижает тепловую мощность и расход электроэнергии на создание нормированного микроклимата в животноводческих помещениях благодаря повышению эффективности применения системы реверсивного теплового насоса чиллера-фэнкойла, интегрированной возобновляемыми источниками энергии, которая обеспечит требуемый технологический эффект минимальными энергозатратами.

Ключевые слова: *животноводство, глобальное потепление, тепловой стресс, микроклимат животноводческого помещения, возобновляемые источники энергии, реверсивный тепловой насос, энергосбережение.*

Введение

Развитие животноводство – находится в числе приоритетов нашего государства, которая имеет большое значение для страны не только с экономической, но и с социальной точки зрения. Доля продукции животноводства в общем валовом объеме казахстанской сельхозпродукции составляет более 52%. В этих условиях как никогда актуален вопрос системного подхода в развитии казахстанского животноводства как отрасли сельского хозяйства. В настоящее время, с целью стимулирования мясомолочного животноводства в

Казахстане функционирует более 4500 малых и средних фермерских и крестьянских хозяйств, занятых разведением и выращиванием крупного рогатого скота.

По данным Агентство по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан и Бюро национальной статистики на 1 июля 2023г. 51,3% крупного рогатого скота числилось в хозяйствах населения; 40,2% - в крестьянских или фермерских хозяйствах и у индивидуальных предпринимателей; 8,5% - в сельскохозяйственных предприятиях [1].

Индекс физического объёма (ИФО) валовой продукции животноводства в январе-июне 2023 года к соответствующему периоду прошлого года составило 103,3%. Рост ИФО обусловлено увеличением производства основных видов продукции животноводства – забоя или реализации скота и надоя молока. Средний надой молока на одну дойную корову, составил 1188 кг, которая уменьшился на 0,4% по сравнению с прошлым годом, а объём забоя в хозяйствах или реализации на убой всех видов скота в живом весе составил 1006,6 тыс. тонн и увеличился на 4,5% по сравнению с прошлым годом. Развитие крупного рогатого скота по категориям хозяйств Республики Казахстан, приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Развития крупного рогатого скота по категориям хозяйств в Республике Казахстан

Показатель	Годы				
	2019	2020	2021	2022	Первое полугодие 2023
<i>Хозяйства всех категорий</i>					
Крупный рогатый скот	7 437 645	7 850 045	8 185 100	9 921 264	10 285 367
-из них коровы	3 773 080	4 008 270	4 238 948	4 481 772	4 717 929
<i>Сельхозпредприятия</i>					
Крупный рогатый скот	717 865	753 769	771 757	859 561	870 728
-из них коровы	276 024	293 644	298 789	301 836	323 528
<i>Индивидуальные предприниматели и крестьянские или фермерские хозяйства</i>					
Крупный рогатый скот	2 620 602	2 859 342	3 128 703	3 900 092	4 136 131
-из них коровы	1 442 433	1 598 447	1 758 245	1 861 377	1 987 317
<i>Личные хозяйства населения</i>					
Крупный рогатый скот	4 099 178	4 236 934	4 284 645	5 161 611	5 278 508
-из них коровы	2 054 623	2 116 179	2 181 914	2 318 559	2 407 084

Новизна исследований

Стремительное изменения климата, сопровождаемое значительными потеплениями, повышением температуры, изменениями относительной влажности и скорости движения воздуха в Казахстане, за последнее 30 лет, привело к повышению средней годовой температуры на 1,91°C [2]. При этом тепловой стресс (ТС) становится серьезной проблемой для КРС даже в хозяйствах юго-восточной зоне Казахстана с его умеренным климатом, а потери в летние месяцы достигают 4-5 литров молока в сутки с одной коровы.

Определению влияния высоких температур на здоровья и молочную продуктивность КРС, которая приводит к значительным экономическим потерям для отрасли, посвящены большое число научных исследований и публикации зарубежных ученых. Во многих исследованиях ученых, отмечается, что последствия ТС, такие как низкая молочная продуктивность, учащение дыхания, слюнотечение с повышенным потреблением воды, интенсивность двигательной активности, начинают проявляться уже при температуре 23-25°C. Отмечая тенденцию систематического потепления климата последние годы, авторами исследования [3,4] установлены, что удой молока снизиться на 2,8 % по сравнению с нынешним удоём, и фермеры могут ожидать финансовых потерь в размере около 5,4 % от их ежемесячного дохода. Только в Евросоюзе потери молочной продуктивности коров может составит от 70 до 550 литров в день на стадо из 100 коров, по сравнению с прошлыми годами [5].

Отмечая серьезность глобального потепления и прогрессирующие темпы влияния теплового стресса для КРС, многие исследователи утверждают о приемлемости использования разбрызгивателей и охлаждаемых водяных матов, затемняющих экранов [6], которые могут ослабить воздействие теплового стресса на здоровье коров. Другими исследователями предлагается использовать различные формы принудительной конвекции и испарительное охлаждение, которое включают вентиляторы и миксеры, спринклеры на линии подачи, и здания с туннельной или перекрестной вентиляцией [7,8].

В системах животноводства с более низкими затратами различные стратегии адаптации могут быть эффективными в снижении-оценке последствий ТС в системах мелких фермеров [9]. К ним относятся, например, использование простых навесов для обеспечения тени, ванны для животных, пропитка крыши и установка вентиляторов в навесах [10]. Было показано, что некоторые виды тенистых деревьев в системах лесопастбищного животноводства, особенно в Латинской Америке, являются эффективным средством снижения теплового стресса [11].

В работе [12], рассмотрен широкий спектр оборудования, получившего применение на фермах, такого как вентиляторы, охладители воздуха, облучатели, автоматические системы управления микроклиматом. Представлены технические средства регулирования воздухообмена в помещениях: приточно-вытяжные вентиляционные шахты, форточки, вентиляционные трубы, состоящие из модульных кассет, регулируемые распределители воздуха и системы их рециркуляций.

Авторами работ [13, 14] на основе проведенного исследования установлены, что путем комбинированного использования возобновляемых источников энергии и утилизацией теплоты животноводческих помещений, а также теплонасосных установок, можно добиться значительного снижения потребляемой электрической и тепловой энергии по сравнению существующей системы отопления и охлаждения коровника.

В настоящее время более чем 40% крупного рогатого скота в республике выращивается в условиях южных, юго-восточных и западных регионах страны. Этим регионам с огромными пустынными территориями, с низкой степени лесистости, низкими и неравномерными уровнями водообеспеченности, характерны проявления факторов изменения климата со своей особенностью. Последнее время на этих регионах есть тенденция к увеличению количества очень жарких дней с температурой воздуха выше 35 градусов на восемь-десять дней каждые 10 лет.

Технологическими нуждами, обосновывающие важности формирование микроклимата в животноводстве, как одной из основных отраслей агропромышленного комплекса в этом регионе, является создания нормированного микроклимата которая позволяет повысить эффективности и рентабельности животноводства в условиях выращивания крупного рогатого скота в малых и средних фермерских или крестьянских хозяйствах.

Принципиальным отличием предлагаемой системы создания нормированного микроклимата от существующих аналогов является то, что при формированиях микроклимата используется ВИЭ, интегрированные с комплектом реверсивных тепловых насосов, способных уменьшать колебания температуры, охлаждать жаркий наружный воздух до требуемых параметров. Реализация формируемого микроклимата в условиях фермерских и крестьянских хозяйствах позволяет сэкономить ископаемое топливо, снизить загрязнение окружающей среды и самое главное создает комфортное климатическое условия в помещениях коровника. Предлагаемая система является чрезвычайно актуальной и новой для Казахстана с точки зрения разработки, производства и коммерциализации технологий, основанных на ВИЭ, систем охлаждения и отопления для формирования микроклимата животноводческих помещений.

Цель работы

Создание эффективной энергосберегающей системы обогрева и охлаждения животноводческих помещений, обеспечивающей нормативных параметров воздушной среды в зданиях, при одновременном снижении потребляемой энергии на создание и поддержание

нормированного микроклимата в условиях содержания крупного рогатого скота в фермах малых и средних крестьянских, фермерских хозяйствах.

Методы и материалы

Методологической основой работы служили научные труды отечественных и зарубежных исследователей по проблемам развития животноводства, а именно вопросы снижения энергоемкости и материалоемкости установок и оборудования, позволяющих формирования нормированного микроклимата в животноводческих помещениях малых и средних фермерских и крестьянских хозяйствах, занимающихся разведением крупного рогатого скота в республике. В работе применяли методологические разработки ученых ближнего и дальнего зарубежья, связанные с оценкой экономической и технологической эффективности формирования нормированного микроклимата животноводческих помещений фермерских и крестьянских хозяйств.

Информационная, эмпирическая и нормативно-правовая база работы сформирована на основе законов, приказов, постановлений Правительства Республики Казахстан, официальных данных Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам РК [1], Министерства сельского хозяйства РК [15], а также научных публикаций ученых ближнего и дальнего зарубежья, материалов Интернет-ресурсов, результатов собственных расчетов и анализа авторов.

В связи с подорожанием энергоносителей большое значение в настоящее время приобретает вопрос снижения энергозатрат на формирования нормированного микроклимата животноводческих помещений в условиях их выращивания в малых и средних фермерских или крестьянских хозяйствах.

Результаты и обсуждение

Большинство предпринимателей в аграрном секторе Казахстана, особенно в отрасли животноводства, мелкие частные, а концентрация животноводства в личных подсобных хозяйствах затрудняет использование достижений современной техники и технологий, позволяющих формирования нормированного микроклимата в животноводческих помещениях. Кроме того, малые и средние фермерские или крестьянские хозяйства не в состоянии оснастить свои фермы соответствующим техническим оборудованием, что отрицательно сказывается на качестве производимой продукции.

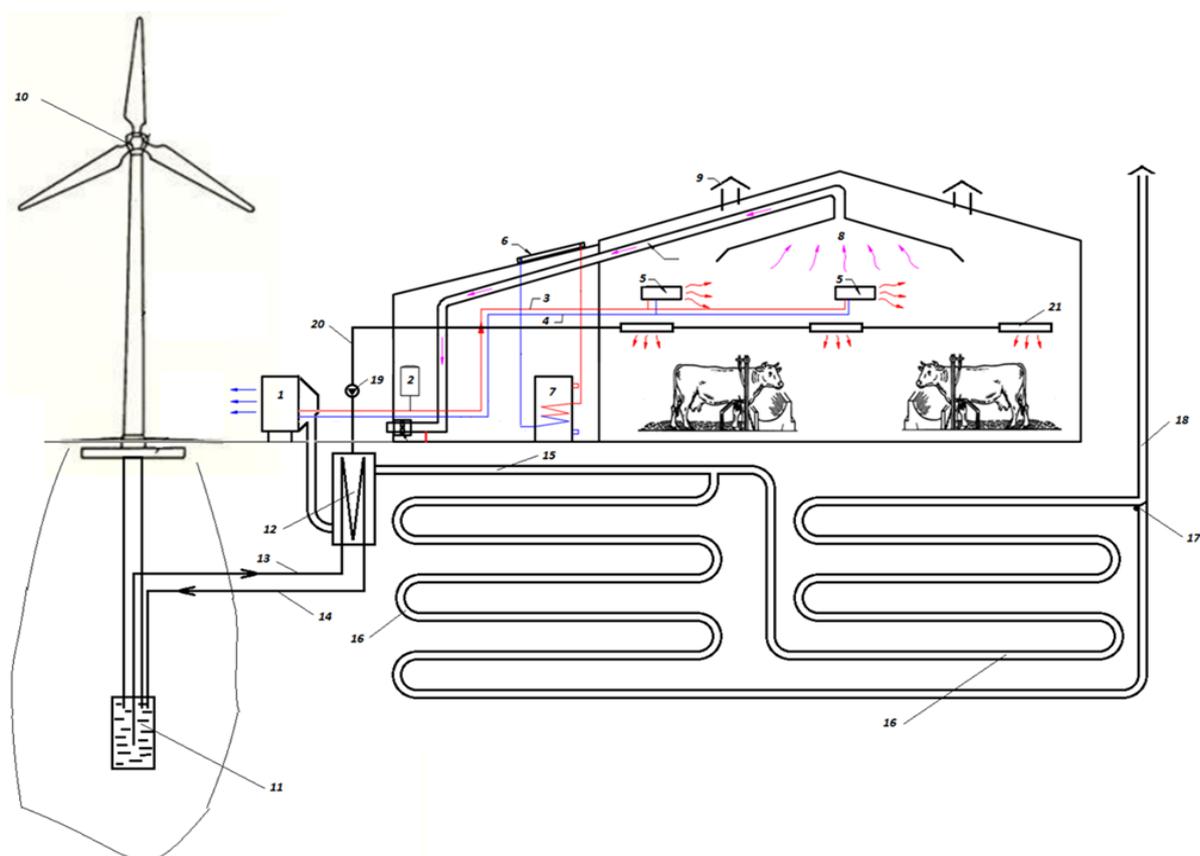
Для создание нормативных параметров микроклимата в животноводческих помещениях малых и средних фермерских хозяйствах в аномально жаркие летние и холодные зимние периоды года, нами предлагается следующая устройства, схематически показанная на рисунке 1.

Устройства включает себя реверсивного теплового насоса чиллера 1 для подачи, охлажденного или подогретого наружного воздуха; расширительного бака 2; подводящих рабочего 3 и отводящих отработанного теплоносителя труб 4; двухтрубные фэнкойлы 5; солнечного коллектора с тепловыми вакуумными трубками 6; вертикального бойлера для нагрева и хранения воды 7; воздухозаборника отработавшей газовой смеси 8; трубы для удаления газовой смеси в атмосферу 9; ветроэнергетической установки 10; погружного насоса 11; радиатора для дополнительного охлаждения наружного воздуха на выходе из грунтового теплообменника 12; трубы для подвода в радиатор и отвода его в скважину 13,14; грунтовых теплообменников 15,16; клапан для регулирования подачи атмосферного воздуха к грунтовым теплообменникам 17; воздухозаборная труба атмосферного воздуха 18; насос для подачи воды к распылителям 19; трубы для подачи воды к распылителям 20; распылитель воды 21.

Устройства для обеспечения нормативных параметров микроклимата животноводческого помещения, предусматривающей связку реверсивный тепловой насос чиллер – фэнкойл с возобновляемыми источниками энергии, работает следующим образом.

В режиме охлаждения помещения теплый атмосферный воздух по воздухозаборной трубе 18, посредством переключающего клапана 17, направляется в грунтовые

теплообменники 15 или 16 поочередно. Далее охлажденный в грунтовых теплообменниках атмосферный воздух подается в теплообменник 12 для дополнительного охлаждения. Питания теплообменника холодной водой осуществляется посредством труб 13,14, соединенной с погружным насосом 11, размещенной в скважине и питающей электричеством, производимое ветроэнергетической установкой 10. После включения реверсивного теплового насоса чиллера 1, установленного вне зданий животноводческого помещения, начинается движение хладагента обеспечивающая компрессором в чиллере. В качестве холодоносителя используются антифриз или любой другой незамерзающая жидкость. Свое очередь, охлажденный в грунтовых теплообменниках и в теплообменнике атмосферный воздух поступает в чиллер 1, работающего в режиме охлаждения. Охлажденный теплоноситель посредством подводящей трубы 3 поступает в высоконапорные двухрядные теплообменники фанкойла 5, и после отработки возвращается трубками 4 в реверсивный тепловой насос. В жарких погодных условиях может быть дополнительно включены распылители воды 21, питаемое холодной водой трубами 20, подаваемое насосом 19 из скважины.



1 – реверсивный тепловой насос; 2 – расширительный бак; 3,4 – подводящая рабочего и отводящая отработанного теплоносителя трубы; 5 – двухтрубные фанкойлы; 6 – солнечный коллектор с тепловыми вакуумными трубками; 7 – вертикальный бойлер для нагрева и хранения воды; 8 – воздухозаборник отработавшего воздуха из помещения; 9 – трубы для удаления газозвушной смеси; 10 – ветроэнергетическая установка; 11 – погружной насос; 12 – теплообменник для дополнительного охлаждения подводящего в реверсивный тепловой насос воздуха; 13,14 – трубы для подачи и отвода воды охлаждающему теплообменнику; 15,16 – грунтовые теплообменники; 17 – переключатель атмосферного воздуха грунтовым теплообменникам; 18 – воздухозаборная труба атмосферного воздуха; 19 – насос для подачи воды к распылителям; 20 – труба для подачи воды к распылителям; 21 – распылитель воды.

Рисунок 1 - Схема устройства для формирования нормированного микроклимата в животноводческом помещении

В режиме отопления помещения холодные периоды года, в реверсивном тепловом насосе чиллере подключаются драйкулер, которые в теплые периоды сезона находились в отключённом состоянии. Далее подогретый в грунтовом теплообменнике воздушная масса в начале подается в чиллер реверсивного теплового насоса 1, дополнительно подогревается, затем с помощью подводящих труб 3 поступает в высоконапорные двухрядные теплообменники фанкойла 5, и продувается в животноводческое помещение. После использования отработавши теплоноситель, возвращается трубами 4 в реверсивный тепловой насос чиллер. Подогрев холодного атмосферного воздуха может осуществляется путем теплообмена водой, нагретой в солнечном коллекторе с тепловыми вакуумными трубами 6, и накопленной в вертикальном бойлере 7. При этом теплоноситель также направляется в подводящие трубы 3 для подачи высоконапорным двухрядным фанкойлам 5. После использования отработавши теплоноситель, возвращается трубами 4 в реверсивный тепловой насос чиллер.

Часть отработанной газозвушной смеси из животноводческого помещения выводятся посредством воздухозаборника 8, в нижнюю часть пространства реверсивного теплового насоса чиллера 1, для ее повторного использования. А другая часть воздухоотводящей трубой 9, удаляется в атмосферу.

В результате использования предлагаемой энергоэкономной системы охлаждения и отопления сельскохозяйственных объектов, снижается тепловая мощность и расход электроэнергии на создание нормированного микроклимата в животноводческих помещениях благодаря повышению эффективности применения системы реверсивного теплового насоса чиллера-фанкойла, интегрированной возобновляемыми источниками энергии, которая обеспечить требуемый технологический эффект минимальными энергозатратами.

В соответствии с требованиями нормированного микроклимата животноводческого помещения, управления технологическими параметрами температуры, относительной влажности, скорости движения воздуха и кратности воздухообмена может автоматизирована. При этом реализация управления технологическим процессом будут осуществляться автоматическом режиме оперативным управлением, с наглядным отображением значений параметров микроклимата, а также ведениям архива событий.

Выводы

В результате исследования выделены основные проблемы развития животноводства, связанные при разведении КРС в условиях малых и средних фермерских и крестьянских хозяйствах. Ключевая проблема отрасли – сильная подверженность животных к тепловым стрессам, приводящих к низкой молочной продуктивности, учащение дыхания, слюнотечение с повышенным потреблением воды, интенсивность двигательной активности, которая начинаются проявляться уже при температуре 23-25°C. Такая проблема, прежде всего, связано отсутствием технологии и технических средств, позволяющих формирования нормированного микроклимата животноводческого помещения, как в жарких, так и холодных климатических условиях. Использование предлагаемой энергоэкономной системы охлаждения и обогрева сельскохозяйственных объектов, сформированной использованием интегрированной системы реверсивного теплового насоса и возобновляемых источников энергии, снижает тепловую мощность и расход электроэнергии на создание нормированного микроклимата в животноводческих помещениях.

Благодарность: Статья подготовлена в рамках выполнения государственного заказа при выполнении грантового финансирования научного проекта АР 19679582 «Разработка энергосберегающей системы микроклимата для снижения теплового стресса животных с использованием возобновляемых источников энергии в жарких климатических условиях Казахстана».

Список литературы

1. Основные показатели развития животноводства в Республике Казахстан. Январь-июнь 2023 года. Серия 3. Статистика сельского, лесного, охотничьего и рыбного хозяйства. Комитета по статистике МНЭК РК. 12.07.2023 г.
2. Ежегодный бюллетень мониторинга состояния и изменения климата Казахстана: 2020 год. Мин. экологии, геологии и природных ресурсов, Республиканское государственное предприятие «Казгидромет», Научно-исследовательский центр. Нур-Султан, 2021. - 67 с.
3. Hempel, S., Menz, C., Pinto, S., Galán, E., Janke, D., Estellés, F., Müschner-Siemens, T., Wang, X., Heinicke, J., Zhang, G., Amon, B., del Prado, A., and Amon, T.: Heat stress risk in European dairy cattle husbandry under different climate change scenarios – uncertainties and potential impacts, *Earth Syst. Dynam.*, 10, 859–884, <https://doi.org/10.5194/esd-10-859-2019>
4. Herbut P, Angrecka S, Godyń D (2018) Effect of the duration of high air temperature on cow's milking performance in moderate climate conditions. *Ann Anim Sci* 18(1):195–207,
5. Roth Z (2017) Effect of heat stress on reproduction in dairy cows: insights into the cellular and molecular responses of the oocyte. *Annu Rev Anim Biosci* 5:151–170. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-022516-02284>.
6. Fournel, S., Ouellet, V., and Charbonneau, É.: Practices for alleviating heat stress of dairy cows in humid continental climates: a literature review, *Animals*: 23p <https://doi.org/10.3390/ani7050037>, 2017, *Animals* 2017, 7, 37
7. Kamal R., Dutt T., Patel M., Dey A., Bharti P.K., Chandran P.C. (2018). Heat stress and effect of shade materials on hormonal and behaviour response of dairy cattle: a review. *Trop. Anim. Health Prod.*, 50: 701–706.
8. Pinto S., Hoffmann G., Ammon Ch., Amon B., Heuwieser W., Halachmi I., Ban-hazi T., Amon T. (2019). Influence of barn climate, body postures and milk yield on the respiration rate of dairy cows. *Ann. Anim. Sci.*, 2: 469–481
9. Rojas-Downing, M. M., Nejadhashemi, A. P., Harrigan, T., & Woznicki, S. A. (2017). Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. *Climate Risk Management*, 16, 145–163. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2017.02.001>
10. Bang, N. N., Gaughan, J. B., Hayes, B. J., Lyons, R. E., Chanh, N. V., Trach, N. X., Khang, D. N., & McNeill, D. M. (2021). Characteristics of cowsheds in Vietnamese smallholder dairy farms and their associations with microclimate—A preliminary study. *Animals*, 11(2), 351. <https://doi.org/10.3390/ani11020351>
11. Pezzopane, J. R. M., Nicodemo, M. L. F., Bosi, C., Garcia, A. R., & Lulu, J. (2019). Animal thermal comfort indexes in silvopastoral systems with different tree arrangements. *Journal of Thermal Biology*, 79, 103–111. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.12.015>
12. Иванов Ю.Г., Воробьев В.А., Понизовкин Д.А., Борулько В.Г. Оценка интенсивности теплообмена коров в теплое время года при различных способах очистки кожного покрова. техника и технологии АПК. Вестник № 6 2017.- с.47-52. -2017-С-47-52. <https://doi.org/10.26897/1728-7936>.
13. Сыдыков Ш.К. и др. Создание нормированного микроклимата в животноводческих помещениях с использованием возобновляемых источников энергии. Изденістер, нәтижелер. Исследование и результаты. №3 (87) 2020 г. – С.434-442.
14. Сыдыков Ш.К. и др. Патент на полезную модель Республики Казахстан № 7238 от 01.07.2022 г. «Система теплоснабжения и охлаждения животноводческого помещения».
15. Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан: офиц. сайт. URL: <https://moa.gov.kz/ru/documents/5> (дата обращения 01.07.2023).

References

1. Osnovnye pokazateli razvitiya zhivotnovodstva v Respublike Kazakhstan. YAnvar'-iyun' 2023 goda. Seriya 3. Statistika sel'skogo, lesnogo, okhotnich'ego i rybnogo khozyajstva. Komiteta po statistike MNEHK RK. 12.07.2023 g.

2. Ezhegodnyj byulleten' monitoringa sostoyaniya i izmeneniya klimata Kazakhstana: 2020 god. Min. ehkologii, geologii i prirodnykh resursov, Respublikanskoe gosudarstvennoe predpriyatie «Kazgidromet», Nauchno-issledovatel'skij tsentr. Nur-Sultan, 2021. - 67 s.
3. Hempel, S., Menz, C., Pinto, S., Galán, E., Janke, D., Estellés, F., Müschner-Siemens, T., Wang, X., Heinicke, J., Zhang, G., Amon, B., del Prado, A., and Amon, T.: Heat stress risk in European dairy cattle husbandry under different climate change scenarios – uncertainties and potential impacts, *Earth Syst. Dynam.*, 10, 859–884, <https://doi.org/10.5194/esd-10-859-2019>
4. Herbut P, Angrecka S, Godyń D (2018) Effect of the duration of high air temperature on cow's milking performance in moderate climate conditions. *Ann Anim Sci* 18(1):195–207,
5. Roth Z (2017) Effect of heat stress on reproduction in dairy cows: insights into the cellular and molecular responses of the oocyte. *Annu Rev Anim Biosci* 5:151–170. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-022516-02284>.
6. Fournel, S., Ouellet, V., and Charbonneau, É.: Practices for alleviating heat stress of dairy cows in humid continental climates: a literature review, *Animals*:23p <https://doi.org/10.3390/ani7050037>, 2017, *Animals* 2017, 7, 37
7. Kamal R., Dutt T., Patel M., Dey A., Bharti P.K., Chandran P.C. (2018). Heat stress and effect of shade materials on hormonal and behaviour response of dairy cattle: a review. *Trop. Anim. Health Prod.*, 50: 701–706.
8. Pinto S., Hoffmann G., Ammon Ch., Amon B., Heuwieser W., Halachmi I., Ban-hazi T., Amon T. (2019). Influence of barn climate, body postures and milk yield on the respiration rate of dairy cows. *Ann. Anim. Sci.*, 2: 469–481
9. Rojas-Downing, M. M., Nejadhashemi, A. P., Harrigan, T., & Woznicki, S. A. (2017). Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. *Climate Risk Management*, 16, 145–163. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2017.02.001>
10. Bang, N. N., Gaughan, J. B., Hayes, B. J., Lyons, R. E., Chanh, N. V., Trach, N. X., Khang, D. N., & McNeill, D. M. (2021). Characteristics of cowsheds in Vietnamese smallholder dairy farms and their associations with microclimate—A preliminary study. *Animals*, 11(2), 351. <https://doi.org/10.3390/ani11020351>
11. Pezzopane, J. R. M., Nicodemo, M. L. F., Bosi, C., Garcia, A. R., & Lulu, J. (2019). Animal thermal comfort indexes in silvopastoral systems with different tree arrangements. *Journal of Thermal Biology*, 79, 103–111. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.12.015>
12. Ivanov YU.G., Vorob'ev V.A., Ponizovkin D.A., Borul'ko V.G. Otsenka intensivnosti teploobmena korov v teploe vremya goda pri razlichnykh sposobakh ochistki kozhnogo pokrova. *tehnika i tekhnologii APK. Vestnik № 6 2017. -s.47-52. -2017-S-47-52.* <https://doi10.26897/1728-7936>.
13. Sydykov SH.K. i dr. Sozdanie normirovannogo mikroklimata v zhitovnovodcheskikh pomeshheniyakh s ispol'zovaniem vozobnovlyaemykh istochnikov ehnergij. *Izdenister, nätizheler. Issledovanie i rezul'taty. №3 (87) 2020 g. – S.434-442.*
14. Sydykov SH.K. i dr. Patent na poleznuyu model' Respubliki Kazakhstan № 7238 ot 01.07.2022 g. «Sistema teplosnabzheniya i okhlazhdeniya zhitovnovodcheskogo pomeshheniya».
15. Ministerstvo sel'skogo khozyajstva Respubliki Kazakhstan: ofits. sajt. URL: <https://moa.gov.kz/ru/documents/5> (data obrashheniya 01.07.2023).

Ш.К.Сыдыков, Н.Б.Алибек, А.Е.Байболов*, А.Б.Токмолдаев, И.М. Кәкімбек
 Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы
shuhrat.27@mail.ru, alibek.nessipbek@kaznaru.edu.kz, asan.baibolov@kaznaru.edu.kz*,
amanzhol.tokmoldai@kaznaru.edu.kz, i.kakimbek@yandex.kz

**АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ НЫСАНДАРЫНЫҢ МИКРОКЛИМАТ
 ПАРАМЕТРЛЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУДА ЖАҢАРТЫЛАТЫН ЭНЕРГИЯ
 КӨЗДЕРІН ПАЙДАЛАНАТЫН ҚОНДЫРҒЫ**

Аннотация

Соңғы жылдары климаттың өзгеруіне байланысты атмосфералық ауаның орташа тәуліктік температурасы көктем және жаз айларында айтарлықтай жоғарылауда, және болжамдар олардың одан әрі көтерілетінін көрсетуде. Сонымен қатар, қысқа және ұзақ мерзімді метиоболжамдарға сай, жануарлардың дене температурасының жоғарылауы

(гомеоретикалық бейімделу), жылу шығарумен байланысты метаболикалық және өндірістік процестердің қарқындылығын төмендетумен бірге, жүйелік деңгейдегі өзгерістерді тудырады. Шетелдік ғалымдардың зерттеулері көрсеткендей, мал қораларын жазғы салқындату және қысқы жылыту шығындары, жыл бойы мал шаруашылығында кездесетін сыйырлардың физиологиялық және мінез-құлық бұзылыстары мен қатар, сүт өнімділігінің төмендеуі, жемшөптің артық жұмсалуды сияқты көптеген жағымсыз салдардан туындалатын шығындардан едәуір төмен. Сондықтан мал шаруашылығы нысандарында нормативтік микроклиматты қалыптастырудың технологиялық процестерінде ең аз энергия шығындарымен ірі қара малды (ІҚМ) өсіруді жақсартуға бағытталған жағдайларды қамтамасыз ететін жүйені құру өзекті мәселе болып табылады.

Мақалада еліміздегі шағын және орта шаруа, фермерлік қожалықтарда ІҚМ өсіру жағдайындағы мал шаруашылығы қора жайларының микроклиматын қалыптастыру нұсқасы қарастырылады. Ұсынылып отырған құрылым жүйесі ауыл шаруашылығы нысандарын жаңартылатын энергия көздерімен интеграцияланған чиллер-фэнкойль реверсивті жылу сорғысын тиімді қолданудың негізінде, мал шаруашылығы қораларында нормативке сәйкес микроклимат құруды қамтамасыз етумен қатар, жылу қуатын тиімді пайдалануға және электр энергиясының шығынын азайтуға, қажетті технологиялық әсерді минималды энергия шығындарымен қамтамасыз етуге бағытталған.

Кілт сөздер: мал шаруашылығы, жаһандық жылыну, жылу стрессі, мал шаруашылығы қора жайының микроклиматы, жаңартылатын энергия көздері, кері жылу сорғысы, энергияны үнемдеу.

Sh.K.Sydykov, N.B.Alibek, A.E.Baibolov*, A.B.Tokmoldaev, I. M. Kakimbek
Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Republic of Kazakhstan
shuhrat.27@mail.ru, alibek.nessipbek@kaznaru.edu.kz, asan.baibolov@kaznaru.edu.kz*,
amanzhol.tokmoldai@kaznaru.edu.kz, i.kakimbek@yandex.kz

INSTALLATION ON RENEWABLE ENERGY SOURCES TO MAINTAIN THE MICROCLIMATE PARAMETERS OF AGRICULTURAL FACILITIES

Abstract

Due to climate change, in recent years, the average daily atmospheric air temperatures have increased significantly in the spring and summer months, and forecasts indicate their further increase. At the same time, an increase in the body temperature of animals causes changes at the cellular and systemic level, which reduce the intensity of metabolic and production processes associated with the release of heat in the short and long term (homeoretical adaptation). The researches of foreign scientists have proved that the costs of cooling in the summer and heating in the winter periods of the year of livestock premises, as a rule, are significantly lower than the losses caused by a variety of negative consequences in terms of physiological and behavioral disorders and significant losses in the production of milk productivity and overexpenditure of feed. Therefore, the creation of a system that will provide optimal conditions for improving the maintenance of cattle (cattle) with minimal energy consumption in the technological processes of forming a regulatory microclimate in livestock premises is relevant.

The article considers a variant of the microclimate formation in livestock premises in the conditions of cattle cultivation in small and medium-sized peasant and farm farms of the republic. The proposed design of the cooling and heating system for agricultural facilities reduces the thermal power and electricity consumption to create a normalized microclimate in livestock premises by increasing the efficiency of the chiller-fancoil reversible heat pump system integrated with renewable energy sources, which provides the required technological effect with minimal energy consumption.

Key words: animal husbandry, global warming, heat stress, microclimate of livestock premises, renewable energy sources, reversible heat pump, energy saving.