

Аннотация

В статье рассматривается проблема оптимизации параметров микроклимата на свиноводческих предприятиях, выступающая в качестве ключевого фактора повышения продуктивности и сохранности поголовья. Выполнен анализ современных подходов к автоматизации животноводческих помещений. Разработана и обоснована архитектура экономически ориентированной интеллектуальной системы контроля микроклимата и качества воздуха, реализованной на базе микрокомпьютера Raspberry Pi и программного обеспечения с открытым исходным кодом. Отличительной особенностью предлагаемой системы является возможность интеграции существующего инженерного оборудования (систем отопления и вентиляции) в единый комплекс, обеспечивающий централизованное управление микроклиматом. Предусмотрена масштабируемость системы посредством подключения дополнительных датчиков и исполнительных устройств. Функционал системы также включает управление циклами автоматической мойки и дезинфекции помещений, что является обязательным условием при подготовке секций к вводу нового поголовья. Приведен детализированный алгоритм управления, учитывающий категории животных, концентрацию вредных газов (NH_3 , CO_2 , H_2S) и температурно-влажностные параметры. В ходе имитационного моделирования подтверждена работоспособность разработанного алгоритма в составе спроектированной автоматизированной системы, обеспечивающей поддержание температурного режима в заданных пределах. Система реализует управление несколькими обособленными помещениями, каждое из которых оснащено индивидуальным комплектом датчиков и исполнительных устройств. Экспериментальная апробация на лабораторной установке подтвердила корректность функционирования предложенных алгоритмов как в режиме стабилизации температуры, так и в режиме аварийного реагирования при превышении пороговых значений концентрации CO_2 . На основании полученных результатов обоснована целесообразность внедрения разработанной системы на объектах малого и среднего фермерского хозяйства с перспективой масштабирования для крупных животноводческих комплексов.

Ключевые слова: интеллектуальные системы управления, микроклимат, автоматизация свиноводства, алгоритмы регулирования, качество воздуха, тепловой стресс, энергоэффективность

Финансирование: исследование, на основе результатов которого написана данная статья, финансировалось за счет собственных средств авторов

Abstract

The article discusses the problem of optimizing the microclimate parameters in pig farms, which is the key factor in increasing productivity and preserving livestock. The article analyzes modern approaches to the automation of livestock facilities. The authors have also developed and justified the architecture of an economically oriented intelligent microclimate and air quality control system based on the microcomputer “Raspberry Pi” and open-source software. The distinctive feature of the proposed system is its ability to integrate existing engineering equipment (heating and ventilation systems) into a single complex that provides centralized microclimate control. The system is scalable by the means of connecting additional sensors and actuators. The system's functionality also includes the control of automatic cleaning and disinfection cycles in the premises, which is essential for preparing the sections for the introduction of new livestock. The authors provide a detailed control algorithm, taking into account the categories of animals, the concentration of harmful gases (NH_3 , CO_2 , H_2S), and temperature and humidity parameters. The developed algorithm has been tested in an automated system that maintains the temperature within the specified limits. During the simulation modeling, the operability of the developed algorithm as part of the designed automated system, ensuring the maintenance of the temperature regime within the specified limits, has been confirmed. The system implements the control of several separate rooms, each of which is equipped with an individual set of sensors and actuators. Experimental testing on a laboratory setup has confirmed the correct functioning of the proposed algorithms both in the temperature stabilization mode and in the emergency response mode when the CO_2 concentration exceeds the threshold values. Based on the obtained results, the feasibility of implementing the developed system in small and medium-sized farms has been substantiated, with the potential for scaling it to large livestock complexes.

Keywords: intelligent control systems, microclimate, pig farming automation, regulation algorithms, air quality, heat stress, and energy efficiency

Funding: the study on which this article is based was funded by the authors' own funds