

# Алгоритм работы системы частичной рециркуляции вентиляционного воздуха производственных помещений АПК

*Л.Н. Андреев, к.т.н., В.В. Юркин, ст. преподаватель,  
ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья*

В формировании микроклимата животноводческих ферм и комплексов ведущая роль отводится системам вентиляции, которые имеют следующие функции: удаление излишней влаги, вредных газов и углекислого газа, пылевых и аэрозольных частиц, а также обогащение кислородом. Вентиляционные системы подразделяются на приточные, вытяжные, приточно-вытяжные, вентиляция с рециркуляцией воздуха. Основными являются вытяжная и приточно-вытяжная системы вентиляции, но эти системы вентиляции имеют существенный недостаток — большие теплопотери ввиду того, что энергозатраты на создание микроклимата, а именно подогрев приточного воздуха, могут достигать 60% от всех энергозатрат предприятия [1]. Эта тепловая энергия выбрасывается вместе с вытяжным загрязнённым вентиляционным воздухом в окружающую среду, что приводит не только к снижению энергоэффективности предприятия, но и повышает экологическую нагрузку на близлежащие территории [2, 3].

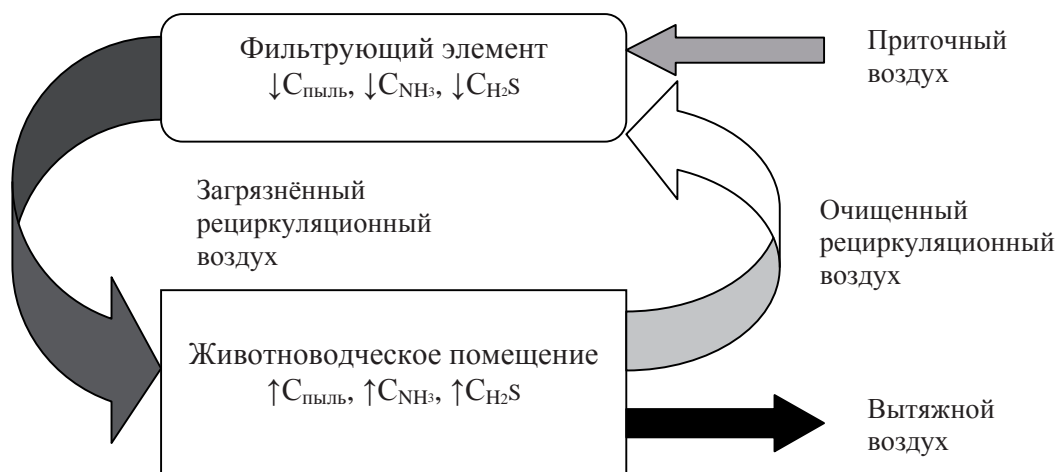
**Материал и методы исследования.** Одним из перспективных вариантов снижения теплопотерь животноводческих помещений является использование различных режимов работы систем вентиляции, связанных с перераспределением воздушных потоков в режимах прямой циркуляции, рециркуляции, частичной рециркуляции [4, 5]. Однако в таких системах необходимо с высокой эффективностью очищать рециркуляционный воздух. Наиболее эффективным способом решения данной задачи является частичная рециркуляция

вентиляционного воздуха (рис. 1) с одновременной высокоэффективной очисткой и обеззараживанием. Сравнение технических характеристик фильтров, предназначенных для очистки рециркуляционного воздуха, показало, что наиболее полно зоотехническим требованиям отвечает двухступенчатый мокрый электрофильтр (ДМЭФ) [6]. В режиме частичной рециркуляции воздуха к рециркуляционному воздуху подмешивается часть приточного наружного воздуха для обогащения воздушной среды кислородом, с одновременным удалением части вентиляционного воздуха в атмосферу с целью снижения концентрации углекислого газа [7].

Для управления воздушными потоками и обеспечения нормируемых параметров воздушной среды животноводческого помещения может быть применена автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУ ТП) [8, 9]. Данная система будет поддерживать оптимальные значения концентрации пыли и вредных газов, не превышающие предельно допустимые концентрации (ПДК).

Основой системы автоматизации является контроллер, который в рабочем режиме получает данные о состоянии среды в животноводческом помещении с помощью различных датчиков и управляет исполнительными механизмами в соответствии с написанной программой, поддерживая заданные параметры воздушной среды.

Для решения вышеуказанной задачи разработана система автоматизированного регулирования параметров воздушной среды в животноводческом помещении на основе программно-аппаратной платформы Arduino. Она включает в себя блок контроллера, на который поступают сигналы от



Спыль – концентрация пыли,  $C_{NH_3}$  – концентрация аммиака,  $CH_2S$  – концентрация сероводорода

Рис. 1 – Схема частичной рециркуляции воздуха

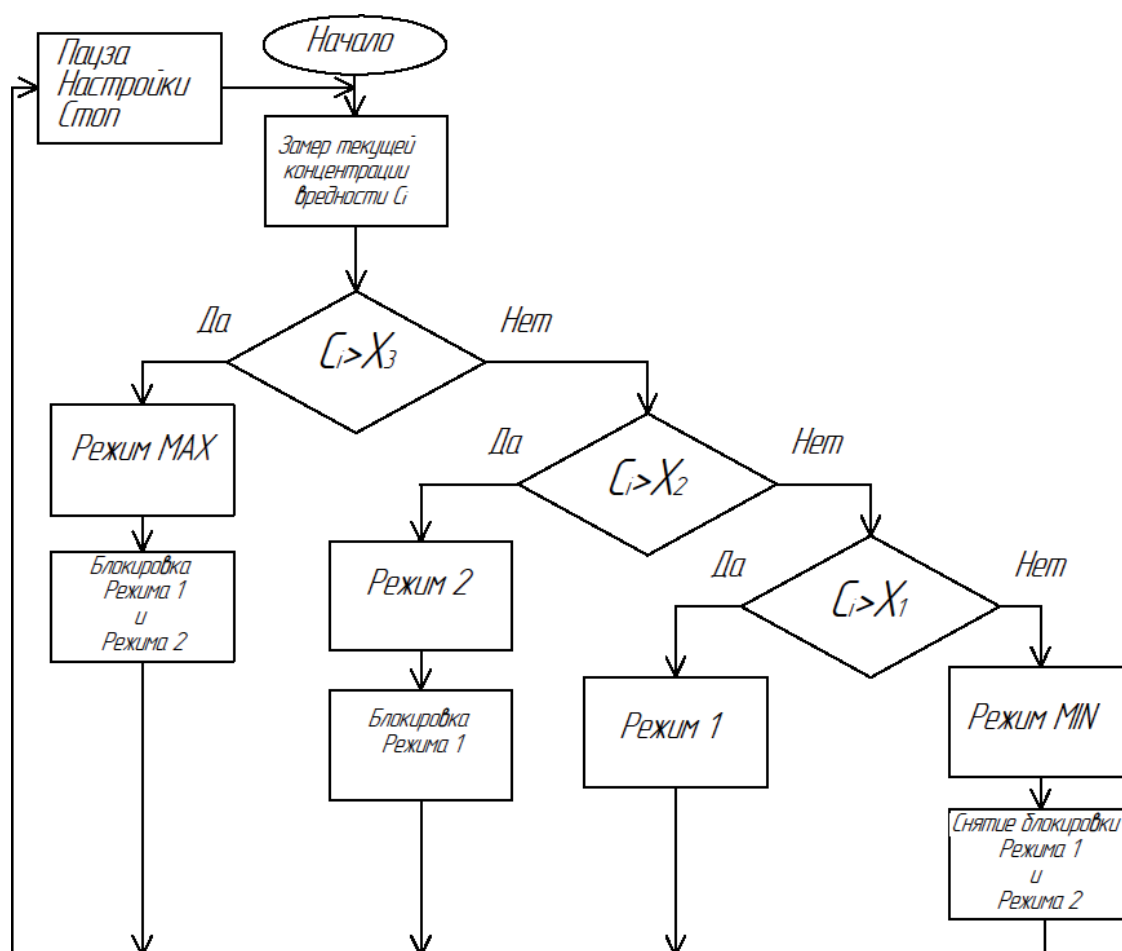


Рис. 2 – Алгоритм работы системы автоматизированного регулирования параметров воздушной среды

датчиков загазованности и запылённости, а также датчиков температуры и влажности внутреннего и наружного воздуха, электроприводы воздушных заслонок, электропривод вентилятора, систему управления параметрами короноразрядной системы электрофильтра [10–12].

Исследование проводили с использованием известных законов автоматического регулирования,

языков программирования, теории планирования эксперимента.

**Результаты исследования.** Для разработки системы составлен алгоритм работы, который представлен на рисунках 2 и 3.

Рассмотрим алгоритм работы системы автоматизированного регулирования параметров воздушной среды. Система с помощью датчиков

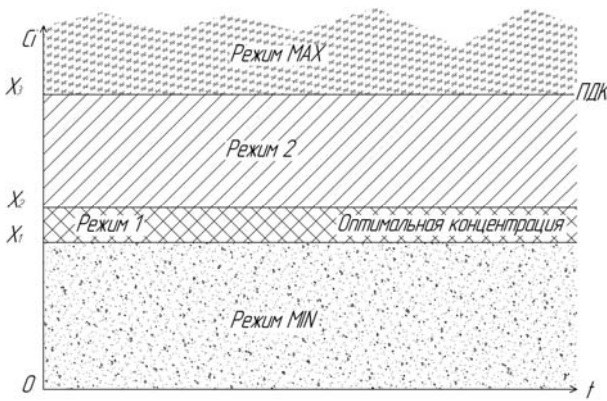


Рис. 3 – Границы режимов работы по концентрации вредных веществ

(запылённости и загазованности) совершает замер текущей концентрации вредных веществ  $C_i$  в животноводческом помещении. Затем полученные данные сравниваются с установленными значениями ПДК  $X_3$ . В случае превышения ПДК система включается в режим работы «Режим MAX» и будет работать в этом режиме до тех пор, пока концентрация вредных веществ  $C_i$  не станет ниже нижней границы оптимальных значений  $X_1$ . Далее система перейдёт в режим работы «Режим MIN», при этом «Режим 1» и «Режим 2» заблокированы. В случае если ПДК не превышено, система сравнивает  $C_i$  с верхней границей оптимальных значений  $X_2$ . Если граница  $X_2$  превышена, т.е. значение текущей концентрации  $C_i$  находится в диапазоне от  $X_2$  до  $X_3$ , система переходит в режим работы «Режим 2», система будет работать в этом режиме до тех пор, пока концентрация вредных веществ  $C_i$  не станет ниже нижней границы оптимальных значений  $X_1$ . За-

тем система перейдёт в следящий режим работы «Режим MIN», при этом «Режим 1» будет заблокирован. Если значение текущей концентрации  $C_i$  находится ниже границы оптимальных значений  $X_2$ , то система сравнивает  $C_i$  со значением нижней границы  $X_1$  оптимальных значений. В случае если  $X_1$  превышена, т.е. значение текущей концентрации  $C_i$  находится в диапазоне от  $X_1$  до  $X_2$ , система переходит в режим работы «Режим 1» и будет работать в этом режиме до тех пор, пока концентрация вредных веществ  $C_i$  не станет ниже нижней границы оптимальных значений  $X_1$ , и система не перейдёт в режим работы «Режим MIN». Если значение текущей концентрации  $C_i$  находится ниже границы оптимальных значений  $X_1$ , т.е. в диапазоне от 0 до  $X_1$ , то система будет работать в режиме «Режим MIN».

Была создана и запатентована система автоматизированного регулирования параметров воздушной среды в животноводческом помещении, позволяющая в режиме реального времени отслеживать значения конкретных параметров микроклимата и управлять режимными характеристиками системы очистки рециркуляционного воздуха с целью поддержания параметров воздушной среды в диапазоне оптимальных значений (рис. 4).

**Выводы.** Разработан алгоритм работы системы автоматизированного регулирования параметров воздушной среды, обеспечивающий нормируемые параметры воздушной среды животноводческих помещений путём поддержания текущей концентрации вредных веществ в диапазоне оптимальных значений, не превышающих предельно допустимые значения.

Создана и запатентована система автоматизированного регулирования параметров воздушной

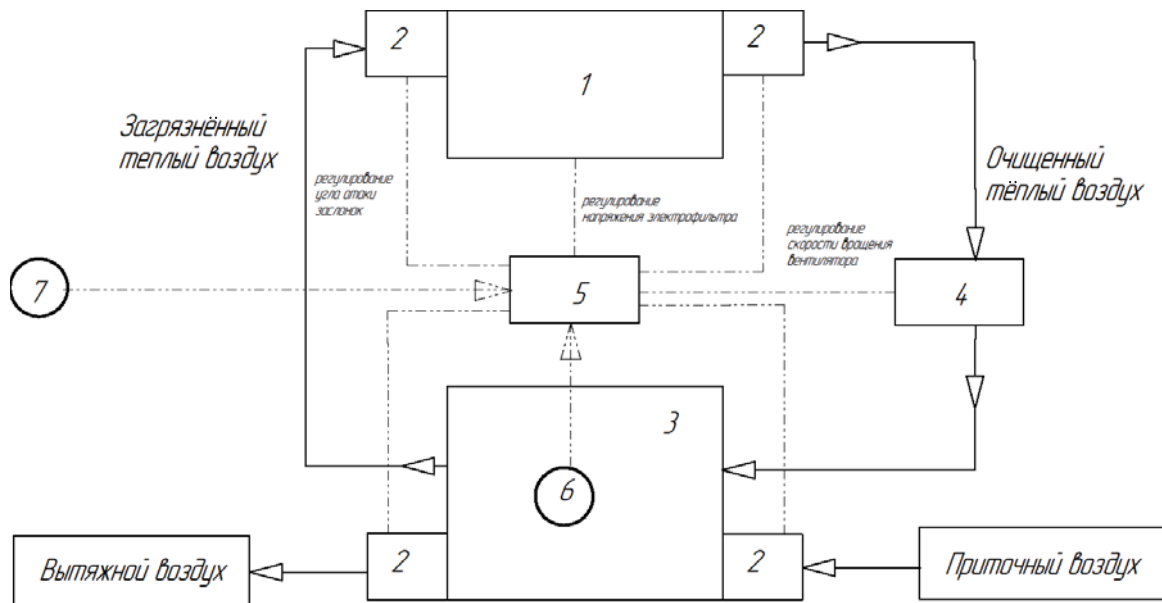


Рис. 4 – Система автоматизированного регулирования параметров воздушной среды:

1 – электрофильтр; 2 – привод воздушной заслонки; 3 – животноводческое помещение; 4 – электродвигатель вентилятора; 5 – блок контроллера; 6 – подсистема датчиков микроклимата (датчик запылённости, датчик загазованности); 7 – датчики состояния окружающей среды

среды, позволяющая отслеживать и регулировать параметры воздушной среды в режиме реального времени с целью повышения энергоэффективности системы вентиляции.

### Литература

1. Уаддн Р.А., Шефф П.А. Загрязнение воздуха в жилых и общественных зданиях. М.: Стройиздат, 1987. 158 с.
2. Карпов В.Н. Введение в энергосбережение на предприятиях в АПК // СПб., 1999. С. 6–50.
3. Os'kin S.V., Didych V.A., Vozmilov A.G. Key Ways of Energy Saving in Pump Units for Melioration and Irrigation Systems // International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). 2017.
4. Возмилов А.Г. Электроочистка и электрообеззараживание воздуха в промышленном животноводстве и птицеводстве: дисс. ... докт. техн. наук. Челябинск, 1993. 337 с.
5. Возмилов А.Г., Звездакова О.В. Электроочистка и электрообеззараживание воздуха в технологических процессах АПК России // Вестник ЧГАА. 2013. Т. 66. С. 14–24.
6. Bologna A.M., Makalsky L.M. Electrostatic pneumatic sprayer of water solutions // Journal of Electrostatics. 1989. Т. 23. № С. С. 227–233.
7. Изаков Ф.Я., Файн В.Б. К расчёту системы очистки воздуха от пыли в вентилируемых животноводческих помещениях // Труды ЧИМЭСХ. 1974; Вып. 81.
8. Иванов С.И., Самарин Г.Н. Энергосберегающая система формирования микроклимата // Сельский механизатор. 2013. № 3 (49). С. 28–29.
9. Андреев Л.Н. Повышение продуктивности и энергоэффективности животноводческих предприятий за счёт использования систем рециркуляции вентиляционного воздуха с его очисткой и обеззараживанием / Л.Н. Андреев, Б.В. Жеребцов, В.В. Юркин [и др.] // Вестник государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2013. № 2 (21). С. 87–91.
10. Возмилов А.Г. Очистка вентиляционного воздуха свиноферм / А.Г. Возмилов, Л.Н. Андреев, А.А. Дмитриев [и др.] // Свиноводство. 2015. № 2. С. 38–39.
11. Пат. на полезную модель РФ №142385. Ресурсосберегающая система автоматического регулирования параметров микроклимата в животноводческих помещениях / А.Г. Возмилов, Н.И. Смолин, Л.Н. Андреев, В.В. Юркин: заявл. ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья; опубл. 04.03.14.; Бюл. № 18. 5 с.
12. Андреев Л.Н., Юркин В.В., Агапов В.Н. Автоматизация процессов очистки воздуха электрофильтрами // Современная техника и технологии. 2013. № 12. С. 130–133.