

УДК 681.51

## РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ С КОНТРОЛЕМ КАЧЕСТВА ВОЗДУХА

*К. В. Кислов, А. А. Губанова, Д. Н. Веремеев*

Донской государственной технической университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Микроклимат помещения определяется сочетанием влияющих на организм человека сочетаниями температуры и влажности воздуха, температуры поверхностей. Контроль этих показателей является необходимым условием для поддержания благоприятных условий. Одним из наиболее важных компонентов, которые влияют на комфорт в помещении, — это система вентиляции. В статье представлена общая структура системы. Интеллектуальная система предполагает автономное поддержание комфортных для человека условий микроклимата. Она включает в себя множество компонентов, необходимых для контроля и управления: датчики температуры, влажности, перепада давления, углекислого газа, блоки управления охлаждением и нагревом воздуха, приводы управления задвижкой. В статье представлена схема коммуникации контроллера со SCADA-системой. Главным компонентом системы является микроконтроллер Arduino, который принимает данные с датчиков, и посредством последовательного интерфейса по протоколу Modbus отправляет их в SCADA систему. После этого выбирается наиболее подходящий режим работы системы для поддержания комфортных условий и далее данные об управлении отправляются на контроллер. Описан алгоритм, по которому осуществляется проверка каждого из параметров (температура, влажность, скорости изменения температуры и влажности, концентрация углекислого газа, разница давлений) на соответствие установленным границам комфортных показателей и нормам. Данная система позволит поддерживать наиболее комфортный микроклимат в помещении и контролировать качество воздуха.

**Ключевые слова:** интеллектуальная система, приточно-вытяжная вентиляция, Arduino, Modbus, SCADA, OPC-сервер.

## DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT VENTILATION CONTROL SYSTEM WITH AIR QUALITY CONTROL

*K. V. Kislov, A. A. Gubanova, D. N. Veremeev*

Don State Technical University, (Rostov-on-Don, Russian Federation)

The microclimate of a room is determined by a combination of temperature, humidity, surface temperature that affects the human body. Monitoring these indicators is a prerequisite for maintaining a favorable environment. One of the most important components that affect room comfort is the ventilation system. The article presents the general structure of the system. The intelligent system assumes the autonomous maintenance of comfortable microclimate conditions for humans. It includes many components necessary for monitoring and control: temperature, humidity, differential pressure, carbon dioxide sensors, air cooling and heating control units, gate valve actuators. The article also presents a diagram of communication between the controller and the SCADA system. The main component of the system is the Arduino microcontroller, which receives data from the sensors, and sends them to the SCADA system through a serial interface via the Modbus protocol. After that, the most suitable operating mode of the system is selected to maintain comfortable conditions, and then control data is sent to the

controller. The article presents an algorithm by which each of the parameters (temperature, humidity, rate of change in temperature and humidity, concentration of carbon dioxide, pressure difference) is checked for compliance with the established boundaries of comfortable indicators and norms. This system will allow you to maintain the most comfortable indoor climate and control air quality.

**Keywords:** intelligent system, supply and exhaust ventilation, Arduino, Modbus, SCADA, OPC server.

**Введение.** На сегодняшний день вопрос благоприятности микроклимата остается актуальным. Поскольку от уровня комфорта на рабочем месте напрямую зависит самочувствие, здоровье человека и, соответственно, его производительность. Благоприятность микроклимата также является необходимой для жилых или общественных помещений.

Микроклимат помещения определяется сочетанием влияющих на организм человека сочетаниями температуры, влажности, температуры поверхностей. Превышение температурных показателей приводит к утомляемости, снижению скорости реакции, а в некоторых случаях к головокружению, обострению различных заболеваний. Низкий показатель температуры способен привести к простудным заболеваниям. Переохлаждение организма приводит к снижению кровообращения, ухудшению обмена веществ, недостаточному обеспечению тканей кислородом [1].

Показатель влажности в сочетании с температурой оказывает особое влияние. Высокая влажность при высокой температуре приводит к перегреву организма в связи с ухудшением отвода тепла с помощью выделения пота. В свою очередь, высокая влажность в сочетании с низкой температурой усугубляет охлаждающее воздействие на организм. Физиологические исследования установили наиболее комфортные сочетания, так называемые «эффективные» показатели. Таким образом, контроль показателей влажности и температуры является необходимым условием для поддержания благоприятных условий.

**Общая структура системы.** Одной из наиболее важных систем, которые влияют на комфорт в помещении, является система вентиляции. Возможность интеллектуального управления вентиляцией позволит сочетать комфортные условия, экономические выгоды, удобство эксплуатации.

Интеллектуальная система предполагает автономное поддержание комфортных для человека условий микроклимата. Для этого система должна располагать информацией о благоприятных микроклиматических показателях, подбирать наиболее благоприятные условия в зависимости от заданных параметров и регулировать управление, если показатели не будут соответствовать заданным [2].

Текущее состояние определяется при помощи датчиков, расположенных непосредственно в помещении. После чего формируется оценка необходимости корректировки режима работы.

На рис. 1 представлена общая структура системы. Она включает в себя множество компонентов необходимых для контроля и управления: датчики температуры, влажности, перепада давления, углекислого газа, блоки охлаждения и нагрева воздуха, приводы управления задвижкой [3].

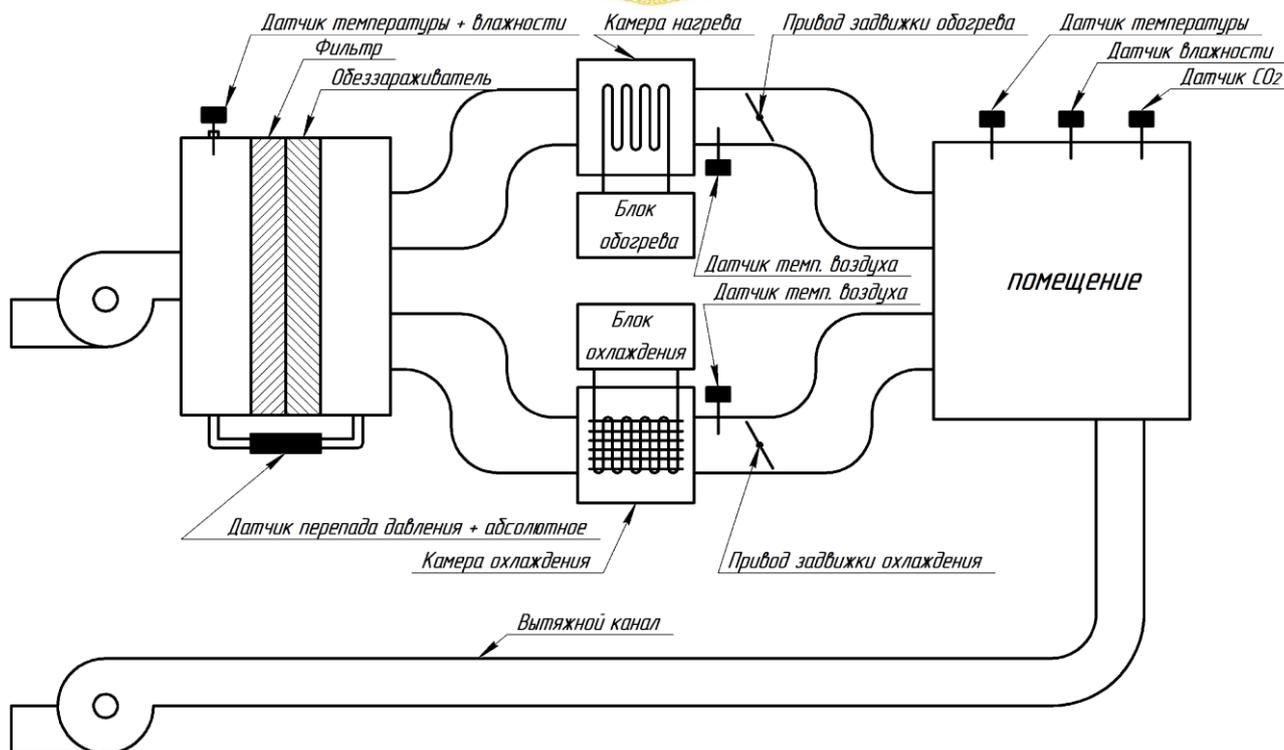


Рис. 1. Общая структура системы

**Коммуникация контроллера со SCADA-системой.** Главным компонентом системы является микроконтроллер Arduino, который принимает данные с датчиков, и посредством последовательного интерфейса по протоколу Modbus отправляет их в SCADA систему (рис. 2). Для взаимодействия SCADA системы с контроллером используется OPC-сервер. В SCADA системе данные поступают в функциональный блок, написанный на языке ST. После чего выбирается наиболее подходящий режим работы системы для поддержания комфортных условий и далее данные об управлении отправляются на контроллер, где происходит управление каким-либо элементом: задвижкой, вентилятором, обогревателем или охладителем воздуха [4].

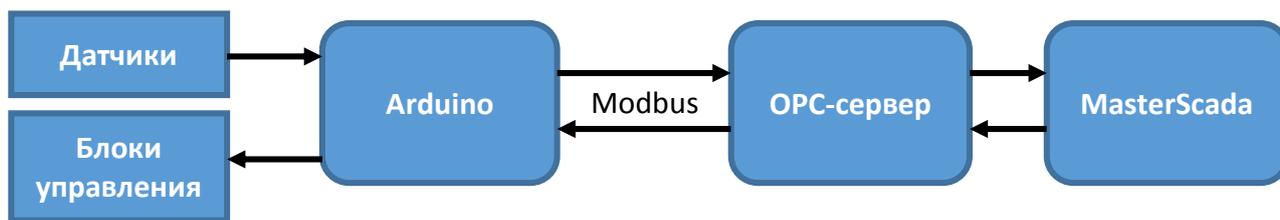


Рис. 2. Коммуникация контроллера со SCADA системой

Функциональный блок работает по следующему алгоритму (рис. 3).

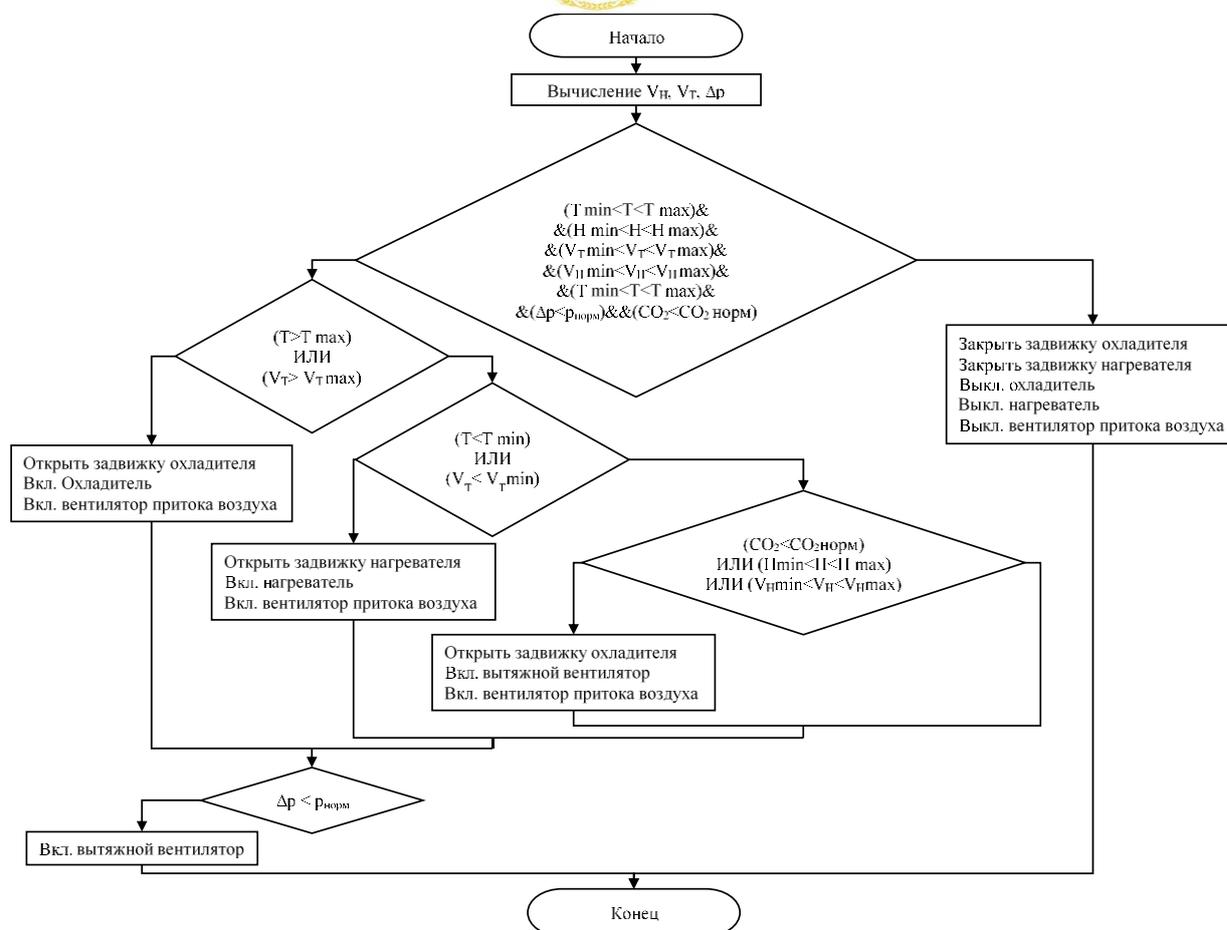


Рис. 3. Алгоритм функционального блока

Вначале выполняются вычисление скорости изменения температуры и влажности, разница давлений. Затем происходит проверка каждого из параметров ( $T$  — температуры,  $H$  — влажности,  $V_t$  и  $V_h$  — скоростей изменения температуры и влажности соответственно,  $CO_2$  — концентрации углекислого газа,  $\Delta p$  — разницы давлений на улице и в помещении) на соответствие установленным границам комфортных показателей и нормам. В зависимости от выполнения условий происходит управление для соответствующего устройства [5].

**Заключение.** Таким образом, данная система позволит обеспечить требуемые значения таких важных показателей микроклимата как температура и влажность, тем самым сформировать наиболее комфортный микроклимат в помещении, и при этом реализовать контроль качества воздуха. Система может быть использована совместно с основной вентиляцией.

### Библиографический список

1. ГОСТ Р 56638–2015. Чистые помещения. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Общие требования. — Москва: Стандартинформ, 2019. — 29 с.
2. Благодаров, Д. А. Интеллектуальные методы управления в системах вентиляции и кондиционирования воздуха / Д. А. Благодаров // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. — 2019. — № 5. — С. 6–9.
3. Сазонов, Э. В. Вентиляция : теоретические основы расчета : учеб. пособие / Э. В. Сазонов. — 2-е изд. — Москва: Юрайт, 2015. — 284 с.



4. Фурсенко, С. Н. Автоматизация технологических процессов : учеб. пособие / С. Н. Фурсенко, Е. С. Якубовская, Е. С. Волкова. — Москва: НИЦ Инфра-М, 2015. — 377 с.
5. Ягьяева, Л. Т. Разработка операторского интерфейса автоматизированной системы управления приточно-вытяжной вентиляции / Л. Т. Ягьяева, А. А. Ахметханов // Вестник Казанского технологического университета. — 2015. — № 12. — С. 30–39.

*Об авторах:*

**Кислов Кирилл Вадимович**, магистрант кафедры «Автоматизация производственных процессов» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [kislovk@bk.ru](mailto:kislovk@bk.ru)

**Губанова Александра Анатольевна**, старший преподаватель кафедры «Автоматизация производственных процессов» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат технических наук, доцент [anatoliya81@mail.ru](mailto:anatoliya81@mail.ru)

**Веремеев Данил Николаевич**, магистрант кафедры «Автоматизация производственных процессов» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [danvert1990@gmail.com](mailto:danvert1990@gmail.com)

*About the Authors:*

**Kislov, Kirill V.**, Master's degree student, Department of Automation of Production Processes, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [kislovk@bk.ru](mailto:kislovk@bk.ru)

**Gubanova, Aleksandra A.**, Senior lecturer, Department of Automation of Production Processes, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), Cand. Sci., Associate professor, [anatoliya81@mail.ru](mailto:anatoliya81@mail.ru)

**Veremeev, Danil N.**, Master's degree student, Department of Automation of Production Processes, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [danvert1990@gmail.com](mailto:danvert1990@gmail.com)