

УДК 681.53: 628.83: 378.623.3

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ С ПОДОГРЕВОМ НЕСТАНДАРТНОЙ
УЧЕБНОЙ ЛАБОРАТОРИИ**А. Л. Перекрест, И. С. Гулая**Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: ina_ggg@mail.ru

Представлены структура вентиляции учебного помещения, функциональная схема и система управления комплексом с использованием интеллектуального реле EASY Moeller. Предложено программное обеспечение для трех режимов работы системы вентиляции с использованием устройства распределения воздушных потоков. Алгоритм работы программы реализует раздельное управление и контроль проветривания лаборатории с использованием двух отдельных подсистем и поддержание необходимых условий воздушной среды в помещении.

Ключевые слова: микроклимат помещения, вентиляция, система управления, программированный логический контроллер.

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ВЕНТИЛЯЦІЄЮ З ПІДГРІВОМ НЕСТАНДАРТНОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ**А. Л. Перекрест, І. С. Гула**Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: ina_ggg@mail.ru

Представлено структуру вентиляції навчального приміщення, функціональну схему та систему управління комплексом з використанням інтелектуального реле EASY Moeller. Запропоновано програмне забезпечення для трьох режимів роботи системи вентиляції з використанням пристрою перерозподілу повітряних потоків. Алгоритм роботи програми реалізує роздільне управління і контроль провітрювання лабораторії з використанням двох окремих підсистем і підтримання необхідних умов повітряного середовища в приміщенні.

Ключові слова: мікроклімат приміщення, вентиляція, система управління, програмований логічний контролер.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. Для обеспечения нормальных условий работы и жизнедеятельности человека необходимо осуществлять воздухообмен в помещениях [1]. Вентиляция учебных и административных зданий требует особого подхода, т.к. в таких помещениях все время находятся люди, однако их количество и время пребывания переменны. Существует ряд нормативных актов санитарного, технического, экономического и правового характера, регламентирующих осуществление деятельности по проектированию и сооружению систем вентиляции [2]. В первую очередь, необходимым является обеспечение оптимальных параметров микроклимата в помещениях по санитарно-гигиеническим и строительным нормам и правилам [3].

Задачу обеспечения необходимых и комфортных условий микроклимата в учебных и производственных помещениях решают многие исследователи. В работах [4–5] реализованы метод и средства управления параметрами воздушной среды в производственных и учебных помещениях с использованием коэффициента комфортности по показателям температуры, влажности и содержанию кислорода.

Целью исследования является разработка структуры и выбор оборудования системы управления вентиляцией учебной лаборатории.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

В качестве объекта для создания системы вентиляции служит учебная аудитория кафедры «Системы автоматического управления и электропривод» Кременчугского национального университета имени Михаи-

ла Остроградского. Система вентиляции установлена в сложном помещении (рис. 1), которое состоит из четырех отдельных преподавательских помещений, расположенных на двух этажах ($V_1=39 \text{ м}^3$, $V_2=19 \text{ м}^3$, $V_4=40 \text{ м}^3$), двух учебных аудиторий ($V_3=260 \text{ м}^3$, $V_5=260,5 \text{ м}^3$) и дополнительно имеет коридор, лестничную площадку ($V_{\text{дп}}=115 \text{ м}^3$), что определяет специфические требования к проветриванию.

Преподавательские помещения являются закрытыми, пребывание людей в них постоянно на протяжении рабочего дня (с 8–00 до 17–00). Учебные аудиторные помещения характеризуются большой площадью, высокими потолками (до 5 м) и частичным остеклением наружных стен (рис. 1).

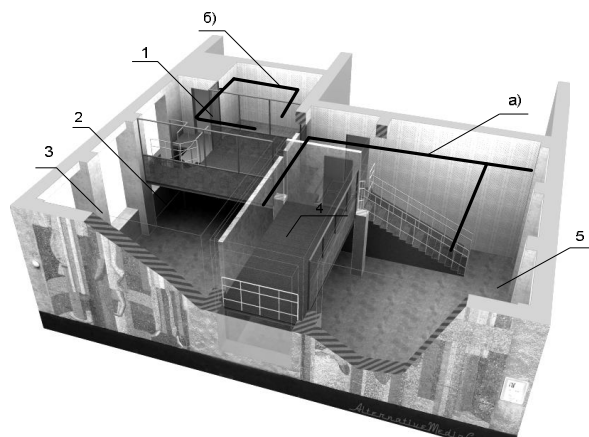


Рисунок 1 – Схема помещений аудитории:

1, 2, 4, – преподавательские помещения;
3, 5 – аудитории; а), б) – система воздуховодов
первой и второй подсистем вентиляции

Загруженность лабораторий зависит от учебного расписания, дополнительных работ и консультаций. В среднем в аудиториях каждый день проходит до 10 часов аудиторных занятий. Указанные особенности обосновали выбор двух отдельных подсистем вентиляции (рис. 1).

Первая подсистема – приточно-вытяжная – для проветривания двух преподавательских помещений; вторая – приточная с местной вытяжной – используется для проветривания аудиторий, дополнительных помещений и одного преподавательского помещения.

Первая, приточно-вытяжная, система и вторая, приточная, состоят из сети воздуховодов, расположенных под потолком проветриваемых помещений, исполнительных механизмов и измерительных элементов. Датчики температуры установлены на входе в систему для измерения температуры наружного воздуха, за калорифером, для измерения температуры нагретого воздуха и внутри каждого помещения. При выборе места для размещения датчиков учитывается ряд факторов.

Датчики размещены на высоте 1,5 м над уровнем пола. Датчики влажности установлены возле датчиков температуры на входе вентиляционной системы и в каждом из проветриваемых помещений.

В качестве основного вентиляционного оборудования в результате расчета необходимого воздухообмена по [2] и [3] приняты следующие вентиляторы: для первой подсистемы – вентилятор ВКМ 500/250 с параметрами: $P = 225$ Вт, $Q = 2110$ м³/час, $n = 2700$ об/мин; для второй – ВКМ 200 с параметрами: $P = 145$ Вт, $Q = 1000$ м³/час, $n = 2750$ об/мин.

В системе вентиляции первой подсистемы используют устройство перераспределения воздушных потоков (рис. 2). Особенностью технического решения является использование одного исполнительного электропривода. Устройство состоит из трех задвижек. Две задвижки находятся на каналах приточной и вытяжной вентиляции, а третья – дает возможность открывать и закрывать отверстие между приточной и вытяжной вентиляцией. Для возможности раздельного управления параметрами микроклимата, с учетом особенностей расположения в приточно-вытяжной системе, используются три задвижки, установленные в вентиляционных каналах: две для ручного управления (1 этаж), одна – для реализации автоматического управления воздушным потоком на притоке. Благодаря такому расположению задвижек можно проветривать не только оба помещения одновременно, но и при необходимости перекрывать воздушный поток из одной или другой комнаты.

В связи с тем, что преподавательские помещения лаборатории расположены с северной стороны, неравномерно прогреваются во время отопительного периода и не имеют дополнительных устройств и приборов для нагрева, в канале притока первой подсистемы вентиляции был установлен калорифер типа СФО–200/9 кВт для нагревания холодного

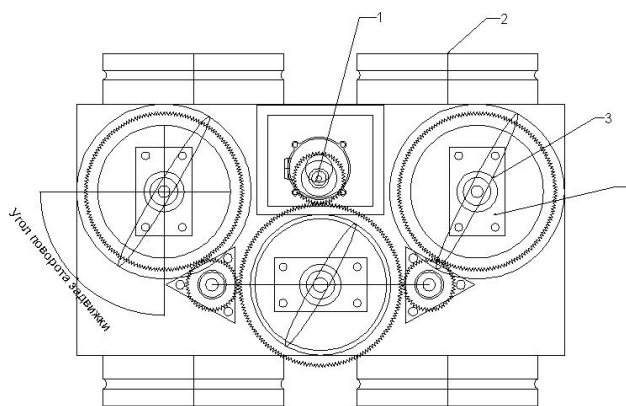


Рисунок 2 – Устройство перераспределения воздушных потоков:

1 – электропривод; 2 – крепления к вентиляционным каналам; 3 – задвижка; 4 – фланец крепления

воздуха в зимний и переходные периоды. Три нагревательных элемента калорифера при различных схемах коммутации нагревают воздушный поток до требуемой температуры, а задвижки регулируют подачу теплого воздуха в помещения.

Приточная вентиляция содержит три основных элемента: электропривод вытяжки и две задвижки, установленные в каждом вентиляционном канале. Задвижки регулируют отток воздуха из помещений и приводятся в движение при помощи электроприводов. В состав приточной вентиляционной системы входит также шумоглушитель для уменьшения уровня шума при работе системы проветривания.

Для удаления использованного воздуха в аудиториях установлена местная вытяжная вентиляция. Вытяжные вентиляторы установлены в оконных проемах аудиторий.

Эффективную работу системы проветривания может обеспечить ее автоматизация

На рис. 3 приведена функциональная схема системы управления вентиляцией аудитории, где показана взаимосвязь между элементами вентиляционной системы по сети воздуховодов и по информационным линиям приняты следующие обозначения: ВП1, ВП2 – вентиляторы приточные, ВВ1–ВВ4 – вентиляторы вытяжные; З1–З6 – задвижки с электроприводом, ДТ1–ДТ6 – датчики температуры, ДВ1–ДВ3 – датчики влажности.

Автоматизация работы вентиляции осуществляется системой управления, которая реализована с помощью программированных логических контроллеров (ПЛК), в частности, интеллектуального реле EASY Moeller. При выборе программируемого логического контроллера были учтены следующие основные факторы: особенности применения, функциональное назначение, количество входов/выходов (цифровых и аналоговых), требуемая скорость передачи данных, наличие автономного счетчика времени, язык программирования, интерфейс и каналы связи (проводной, беспроводной), режим и условия эксплуатации. Реле EASY Moeller имеет ряд пре-

имущество [7]: снабжено процессором, энергонезависимой памятью, встроенной системой программирования, жидкокристаллической панелью, кнопками для ввода программы и параметров системы. Уст-

ройство имеет дискретные и аналоговые входы и выходы, функциональные программные блоки – таймеры, счётчики, компараторы, часы реального времени [7].

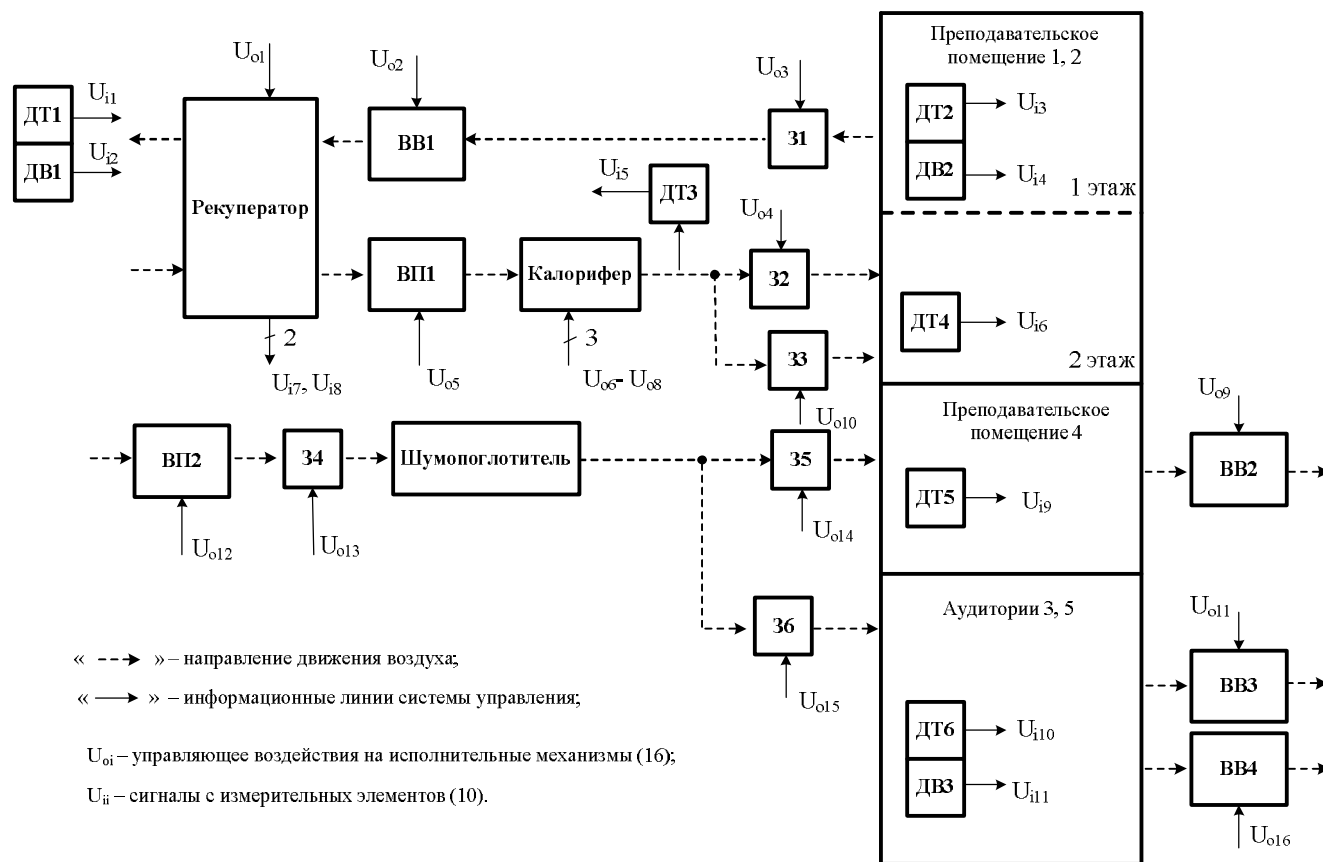


Рисунок 3 – Функциональная схема системы управления вентиляцией лаборатории

В качестве основного элемента системы управления принято реле EASY.

В табл. 1 приведена характеристика входных и выходных сигналов для системы управления вентиляцией в рассматриваемых условиях.

Текущая реализация системы управления вентиляцией включает 11 входных и 14 выходных сигналов и выполнена на базе интеллектуального реле Easy 820-DC-RC, модуля расширения Easy 618-DC-RE, блока питания Easy 400-pow, сетевого адаптера Easy 209-SE (Ethernet-модуль), реле PPM 78, подсистемы сбора данных по каналам температуры (четыре независимых канала).

Интеллектуальное реле имеет 12 входов (четыре аналоговых, восемь дискретных) и шесть выходов. Модуль расширения Easy 618-DC-RE дополняет управляющее устройство еще двумя выходными реле и имеет 12 входов, шесть выходов.

В системе управления вентиляцией следует осуществлять раздельное управление и контроль проветривания лаборатории с использованием двух отдельных подсистем. Алгоритм управления вентиляцией одной из подсистем (приточно-вытяжной вентиляции преподавательских помещений) изображен на рис. 4.

В соответствии с алгоритмом, система управления вентиляцией может работать в следующих режимах: режим «Стоп», в котором осуществляется полный останов системы и сброс начальных параметров; «Циркуляция» – режим обеспечения необходимого микроклимата с использованием устройства распределения воздуха; режим «Тепло» – вентиляция с обогревом; режим «Холод» – проветривание помещения.

При закрытии задвижки устройства распределения воздуха в режиме «Циркуляция» воздушный поток будет перемещаться в помещении без поступления свежего воздуха. Этот режим позволяет достичь экономии энергии, т.к. позволяет быстрее нагреть температуру в помещении. При этом воздух может использоваться для повторной обработки. Режим «Тепло» предназначен для использования в холодный или переходные периоды. В этом режиме осуществляется включение различных ступеней калорифера для соответствующего нагрева поступающего воздуха.

Условиями работы исполнительных механизмов является срабатывание таймеров T0, T1, T2 с заданными временными задержками.

Таблиця 1 – Характеристики входних и выходных сигналов системы управления вентиляцией

№	Обознач. сигнала	Обознач. блока	Назначение	Тип сигнала, датчик/устройство
Входные сигналы (input)				
1–5	$U_{i1}, U_{i3}, U_{i6}, U_{i9}, U_{i10}$	ДТ1, ДТ2, ДТ4–ДТ6	Температура внешнего воздуха Температура воздуха в преподавательском помещении 2 Температура воздуха в преподавательском помещении 1 Температура воздуха в преподавательском помещении 4 Температура воздуха в учебных аудиториях	аналоговый, датчик ТСП–5071
6–8	U_{i2}, U_{i4}, U_{i11}	ДВ1–ДВ3	Влажность внешнего (наружного) воздуха Влажность воздуха в преподавательском помещении 1 Влажность воздуха в учебных аудиториях	аналоговый
9	U_{i5}	ДТ3	Температура воздуха в вентиляционном канале за калорифером	аналоговый
10–11	U_{i7}, U_{i8}	Устройство перераспределения потоков	Положение задвижек устройства распределения воздуха	дискретный, датчик РМ12–02N
Выходные сигналы (output)				
1	U_{o1}	Устройство перераспределения потоков	Поворот задвижек устройства распределения воздуха	дискретный, двигатель Д–32
2–6	$U_{o2}, U_{o9}, U_{o11}, U_{o16}, U_{o5}, U_{o12}$	ВВ1–ВВ4, ВП1, ВП2	Включение вентиляторов вытяжных ВВ1–ВВ4 и приточных ВП1, ВП2	дискретный, вентилятор ВКМ 500/250 вентилятор ВКМ 200
7–12	$U_{o3}, U_{o4}, U_{o10}, U_{o13} – U_{o15}$	31–36	Поворот задвижек 31–36	дискретный, двигатель Д–32 двигатель 4А80А2У3
13–14	$U_{o6} – U_{o8}$	Калорифер	Включение калорифера	дискретный, нагревательные элементы СВ СФО–200/9

Таймер Т0 используется для задания времени работы калорифера. По умолчанию это время задано равным 15 минутам. Таймер Т1 используется для задания времени работы вытяжного вентилятора. При автоматическом режиме работы вытяжной вентилятор работает 20 минут и переходит в режим ожидания. При включении таймера Т2 система находится в ждущем режиме.

Система управления вентиляцией может использовать вместо таймеров измерительные элементы – сигналы с датчиков температуры (влажности), расположенные в сети воздуховодов и проветриваемых помещениях.

Словесный алгоритм осуществления плановой вентиляции помещения можно сформулировать следующей последовательностью:

- открытие задвижки устройства распределения воздуха (закрытие);
- включение двигателя приточной и вытяжной вентиляции;
- измерение температуры поступающего воздуха; если поступающий воздух требует подогрева, то

переходим на соответствующую позицию;

- оценка температуры приточного воздуха и включение секций калорифера;
- проверка таймера отключения вентилирования помещения; если таймер отключения вентилирования запущен, то переходим на соответствующую позицию;
- запуск таймера отключения вентилирования помещения;
- отключение калорифера;
- отключение двигателя приточной и вытяжной вентиляции.

При использовании реле для объекта управления создается контактная схема. Интерфейс Easy Soft 6 состоит из панели инструментов, панели свойств и рабочего стола, называемого также окном схемы соединений. В EASY820-DC-RC используют следующие обозначения: I – вход основного устройства; R – вход устройства расширения; Q – выход основного устройства; S – выход устройства расширения, M – маркер, вспомогательное реле.

системи регулювання параметрів мікроклімату приміщення // *Електромеханічні і енергозберігаючі системи*. – Вип. 3 (11). – Кременчук: КНУ, 2010. – С. 80–85.

6. Бондарь Е.С., Гордиенко А.С., Михайлов В.А., Нимич Г.В. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха: навчальний посібник. – К.: Аванпост–Прим, 2005. – 560 с.

7. Андрущенко О.А., Водичев В.А. Электронные программируемые реле серий Easy и MFD-Titan: учебное пособие. – Одесса: ДП «Моэллер Электрик», 2006. – 223 с.

8. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2007. – 639 с.

THE NON-STANDARD ROOM VENTILATION CONTROL SYSTEM WITH HEATING

A. Perekrest, I. Gulaya

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

ul. Pervomayskaya, 20, Kremenchug, 39600, Ukraine. E-mail: ina_ggg@mail.ru

The ventilation system structure development and equipment choice. The ventilation control system with relay programmed. Software offers for three work modes with using distribution air device. The algorithm of the program implements a separate management and control of ventilation of the laboratory using two separate subsystems and maintaining the necessary conditions of air in the Institute premises.

Key words: room's microclimate, ventilation, control system, programmable logic controller.

REFERENCES

1. Bogoslovsky V.N., Sheglov V.P., Razumov N.N. *Heating and ventilation: book for high school*. – М.: Stroyzdat, 1980. – 180 p. [in Russian]

2. Volkov O.D. *Ventilation industrial building: planning: train aid*. – Kharkov: Visshaya shkola, 1989. – 220 p. [in Russian]

3. Heating, ventilation and conditioning: SNaG 2.04.05-91 – [actual from 1992-01-01] – М.: GK CPP, 2001. – 74 p. [in Russian]

4. Shulga U.B., Chorniy O.P., Sukach S.V. To the decision of control task by a microclimate in the rooms // *Problems of labour protection are in Ukraine*. – Iss. 19. – К.: NNDIPBOP, 2010. – PP. 37–44. [in Ukrainian]

5. Konoh I.S., Gula I.S., Perekrest A.L., Sukach S.V. The intellectual microclimate control system development and research // *Electromechanics and energykeeping systems*. – Iss. 3 (11). – Kremenchuk: KrNU, 2010. – PP. 80–85. [in Ukrainian]

6. Bondar E.S., Gordienko A.S., Mykhailov V.A., Nimich V.G. *Ventilation and climatization systems automation: train aid*. – К.: Avandpost–Prim, 2005. – 560 p. [in Russian]

7. Andruschenko O.A., Vodichev V.A. *Electronic programmable relays of cerouss of Easy and MFD-Titan: book for high scool*. – Odessa: CO «Moeller Electric», 2006. – 223 p. [in Russian]

8. Andreev O.A. *Relay defence and automation of the systems of power supply train aid*. – М.: Visshaya shkola, 2007. – 639 p. [in Russian]

Стаття надійшла 21.05.2012.

Рекомендовано до друку
д.т.н., проф. Родькіним Д.Й.