

Г. А. Попов, В. А. Автаев, Н. Г. Романенко

КОНЦЕПЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТА СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Цель исследования – разработка системы кондиционирования воздуха (СКВ), способной не только выполнять основные функции поддержания наиболее оптимальных для человека значений температуры, влажности и других характеристик окружающей среды, присущие стандартным СКВ, но и выступающей в роли одной из составляющих комплексной системы безопасности жизнедеятельности по большинству возможных факторов. Такими факторами являются биологическая и химическая угрозы, пожарная безопасность, физические и вибро-акустические воздействия и пр. Проведен анализ типов кондиционеров и предъявляемых к ним требований, а также рассмотрены факторы, способные оказать влияние на функционирование СКВ. Разработаны основные требования, предъявляемые к СКВ как к системе безопасности. Сформирована функциональная схема системы кондиционирования на основе структурной, в которую были включены дополнительные функции. Рассмотрена возможность использования СКВ в медицинско-профилактических целях: в качестве ингалятор-распылителя, средства борьбы с инфекциями и вирусными заболеваниями. Приведен перечень датчиков, необходимых для контроля состояния обслуживаемого помещения. Результаты исследования могут быть использованы для построения универсальной системы кондиционирования с расширенными функциями: от регулирования температурно-влажностных характеристик до контроля состояния помещения и поддержания безопасности объекта.

Ключевые слова: система кондиционирования воздуха, система безопасности, профилактика заболеваний.

Введение

Кондиционирование воздуха – это автоматическое поддержание в закрытых помещениях температуры, чистоты, относительной влажности, подвижности воздушных масс на установленном уровне. Делается это для создания оптимальных метеорологических условий, которые наиболее благоприятны для здоровья людей, осуществления технологического процесса, обеспечения надлежащего хранения материалов и производственного оборудования.

В настоящее время представленное выше классическое понимание процесса кондиционирования помещения модифицируется, приобретая новые качества. Например, помимо поддержания необходимых тепловлажностных качеств, из-за интенсивного развития системы автоматизации всех процессов жизнедеятельности в жилых домах, а также в промышленных помещениях, растет интерес к их объединению в общую систему в процессе различных проектов, которую называют «Умный дом». Поэтому в систему кондиционирования можно добавить и ряд новых функций и задач, ранее не решаемых данной системой. В состав СКВ начинают включать не только перечисленные выше технические средства, но и программно-аппаратные средства, требуемые для реализации различных функций автоматического управления по целому комплексу показателей, в частности, микропроцессоры, датчиковые устройства и системы, программируемый пульт управления, систему оповещения и информирования, удобный программно настраиваемый интерфейс. В результате кондиционер нового поколения становится системой, позволяющей решать целый ряд задач, выходящих за прежние классические рамки [1].

Задача нашего исследования – формирование общей схемы СКВ с перечисленными во вступлении функциями.

Типы систем кондиционирования и основные предъявляемые к ним требования

По расположению систем кондиционирования их можно разделить на две группы: *местные* и *центральные*. В зависимости от типа кондиционеров, используемых для приготовления воздуха, СКВ подразделяются на *автономные* и *неавтономные*.

Все СКВ можно разделить на *технологические* и *комфортные* (по другой терминологии – промышленные и бытовые). Комфортные СКВ предназначены для создания и автоматического поддержания температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха, которые лучше всего соответствуют санитарно-гигиеническим требованиям. Технологические СКВ предназначены для обеспечения таких параметров воздуха, которые в максимальной степени отвечают требованиям производства и содержания конкретной продукции.

В зависимости от того, где именно расположены кондиционеры по отношению к обслуживаемым помещениям, СКВ можно разделить на *центральные* и *местные*.

Наибольшее распространение получили центральные СКВ, имеющие в своем составе неавтономные кондиционеры, которые снабжаются снаружи холодом (при помощи рассола или холодной воды), теплом (производимыми горячей водой или паром) и электрической энергией, нужной для насосов и привода вентиляторов. Центральные кондиционеры созданы для обслуживания нескольких маленьких или одного большого помещения. Возможны случаи, когда группа центральных кондиционеров обслуживает одно очень большое помещение (закрытый стадион, театральная зала, производственный цех и т. п.). Местные СКВ могут иметь как неавтономные, так и автономные кондиционеры, в зависимости от сложившейся ситуации, последние снабжаются извне только электричеством [2].

Системы кондиционирования воздуха подразделяются на три типа в зависимости от давления, которое создается вентиляторами центральных кондиционеров:

- низкого давления (до 100 кг/м^2);
- среднего давления (от 100 до 300 кг/м^2);
- высокого давления (выше 300 кг/м^2).

Основные требования, которые предъявляются к СКВ, можно разбить на четыре пункта: санитарно-гигиенические, экономические, монтажные и эксплуатационные [3].

Применительно к функциям обеспечения безопасности возможности СКВ крайне ограничены. Если потенциально можно обеспечить непрерывный контроль по всей совокупности потенциально возможных факторов протекания различных процессов в зоне контроля путем обеспечения полноты и системности контроля воздушной среды, то применительно к управляющим воздействиям при возникновении отклонений набор возможных реакций СКВ ограничен в основном следующим перечнем:

- информирование (в любых формах) всех ответственных лиц о состоянии воздушной среды по всей совокупности параметров в любой момент времени;
- информирование в чрезвычайном режиме при обнаружении недопустимых отклонений значений параметров по некоторым из контролируемых факторов;
- попытка нейтрализации недопустимых отклонений по отдельным контролируемым параметрам путем имеющегося в СКВ арсенала средств воздействия на воздушную среду, проходящую через СКВ, в частности, путем фильтрации, методами термической, ультрафиолетовой обработки, возможно, химического воздействия;
- изменение схемы обработки воздушной массы: увеличение/уменьшение доли внешнего воздуха, использование двухэтапной рециркуляции и пр.;
- добавление подсистемы противобактериальных и противовирусных распылителей;
- добавление сигнальных систем на случай чрезвычайных происшествий [4].

Еще один аспект, требующий расширения функций и возможностей СКВ, связан с внедрением систем автоматизации контроля за состоянием зданий и помещений, а также определенного реагирования при возникновении отклонений в значениях контролируемых параметров – такие системы достаточно распространены под общим наименованием «Умный дом». Поэтому СКВ должна иметь возможности (встроенные функции) не просто взаимодействия с подобными системами, но даже стать неотъемлемой частью этих систем.

При использовании лекарственных аэрозольных распылителей необходимо наблюдение квалифицированного специалиста в области лекарственных препаратов, но использование систем автоматического контроля может свести его обязанности к минимуму.

Для полноценного использования данной системы необходима разработка новых норм и правил использования. Система кондиционирования воздуха становится функциональной частью системы безопасности, осуществляя поддержание безопасных условий работы персонала и функциональности технических и аппаратных средств (рис. 1), поэтому к ней предъявляются дополнительные требования.

Несмотря на то, что в схему включены специальные технические и программные средства, связанные с автоматическим контролем, необходим специально обученный персонал для управления и контроля над показателями датчиков, выводимых на экран. Для персонала нужны программы действия на случай чрезвычайных ситуаций, а также система отчетности для последующего наблюдения за ситуацией.



Рис. 1. Основные части системы безопасности

Без материально-технического финансирования и дополнительного финансирования система может выйти из строя или потерять часть функционала. Это может привести к непоправимым последствиям в работе персонала и функционировании технических и аппаратных средств [5].

Описание объекта разработки

На рис. 2 приведена общая структурная схема типовой СКВ. Входными параметрами системы являются: электроэнергия, воздух, влагоносители, теплоносители и холодоносители, а также часть рециркуляционного воздуха с выхода СКВ, направляющаяся обратно в зону кондиционирования.



Рис. 2. Общая структурная схема СКВ как предмета автоматизации: $t_{пом}$, $d_{пом}$, $G_{пом}$ – температура, влажность, расход воздуха в помещении; t_n , d_n , G_n – температура, влажность, расход воздуха; Q_t , Q_w , Q_g – тепловое, влажностное и газовое воздействие

Выходными параметрами СКВ являются: температура в помещении, расход воздуха, влажностное содержание. Система кондиционирования включает в себя несколько подсистем: регуляторы расхода воздуха (заслонки, жалюзи, шиберы), увлажнители и оросительные камеры, фильтры для механической и биологической очистки воздуха, камеры смешения (для смешивания различных потоков воздуха), теплообменники для нагрева/охлаждения воздуха, вентиляционные сети (для распределения и транспортировки воздуха) [3].

Модифицируем функциональную схему типового СКВ, приведенную на рис. 2, с учетом расширенного состава требований. Общая функциональная схема СКВ с учетом введенных в предыдущем разделе новых функций приведена на рис. 3.

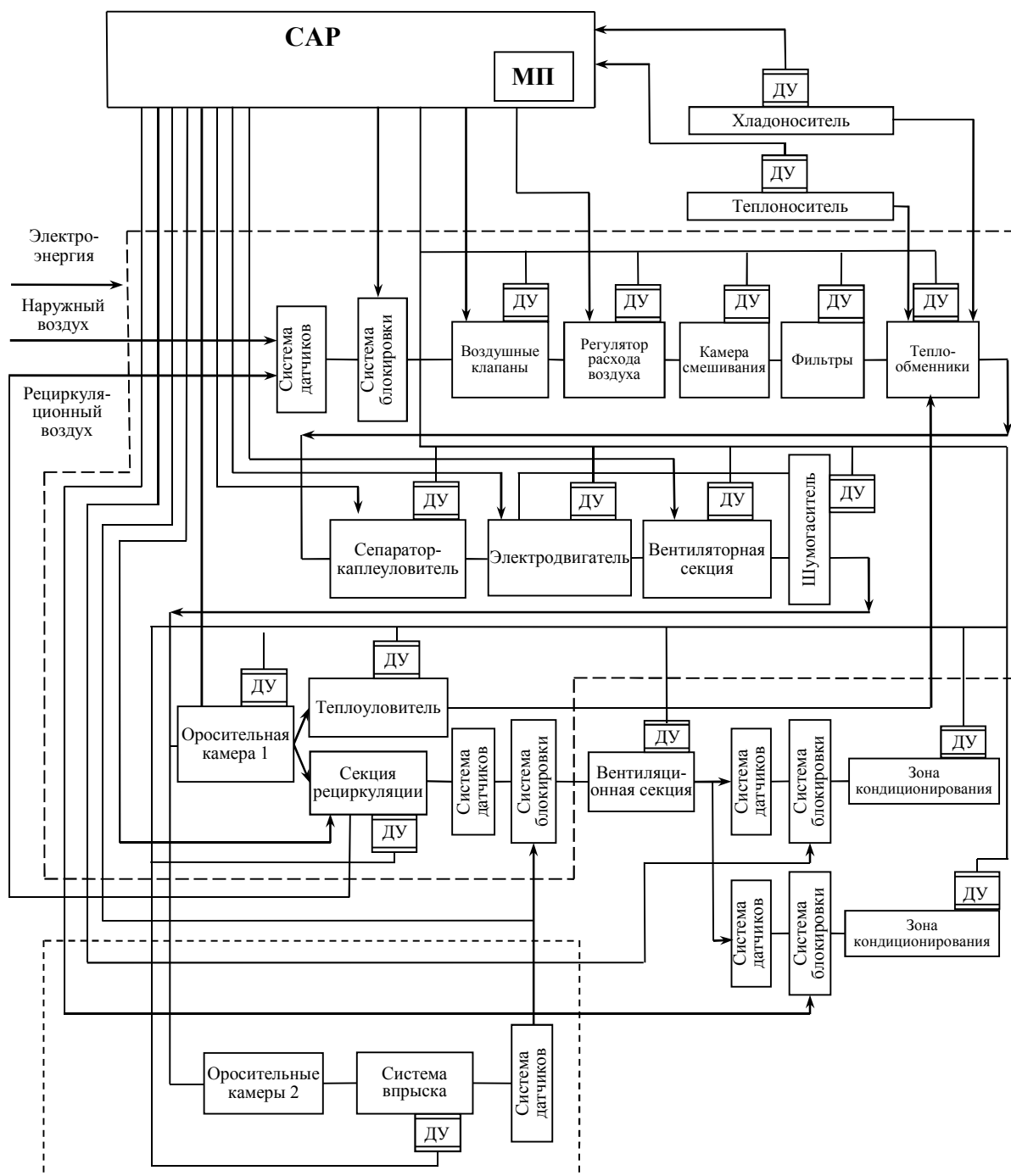


Рис. 3. Функциональная схема модифицированной СКВ

Основные отличия модифицированной схемы от типовой следующие:

- в модифицированной схеме добавлены блоки, связанные с автоматизированной системой управления СКВ, включающие, в частности, блоки автоматического управления как самостоятельные элементы;
- в функциональную схему СКВ для контроля состояния воздушной массы по всем показателям введены блоки, связанные со сбором информации на входе и выходе СКВ, а также от отдельных ее секций;
- введена подсистема защиты и блокирования СКВ в целом, а также система блокирования по отдельным помещениям при появлении опасных добавок в воздушной среде;
- модифицированная схема дополнена блоками, обеспечивающими взаимодействие СКВ с информационными технологиями типа «Умный дом»;
- была добавлена подсистема распыления лекарственных препаратов в помещениях для защиты от вирусных инфекций;
- добавлена подсистема сигнализации при чрезвычайных ситуациях.

Рассмотрим более детально перечисленные отличия.

Все подсистемы СКВ, приведенные на рис. 3, снабжены датчиковыми устройствами (ДУ), которые в непрерывном режиме отслеживают, собирают и отправляют полученные данные в систему автоматизированного регулирования (САР), где осуществляется обработка (программно-аппаратная) полученных данных микропроцессорными устройствами (МП). На выходе и входе СКВ имеются также системы ДУ. На входе, а также на выходе каждой зоны кондиционирования, предназначение которых – фиксация состояния воздушного потока, который проходит сквозь систему кондиционирования, в каждой из этих точек тоже есть ДУ. При выявлении опасных отклонений в параметрах воздушной массы от допустимых уровней СКВ останавливается; полученная информация доводится до ответственных лиц и, в случае необходимости, до персонала. Есть три точки блокирования: 1) на входе системы кондиционирования воздуха при поступлении наружного и рециркуляционного потоков воздуха; 2) на выходе системы кондиционирования воздуха перед подачей воздуха в вентиляционную секцию; 3) при попадании воздуха в разные помещения в зоне кондиционирования, имеющие личную вентиляционную секцию. Каждая подсистема обладает своим специфическим набором датчиков и показателей.

Система кондиционирования воздуха как средство ингаляции

Для обеспечения лучшего нанесения многие фармацевтические препараты выпускаются в виде аэрозолей, при этом активные вещества поставляются в аэрозольной упаковке. Для обеспечения воздействия таких активных веществ на определенные части организма требуется применение особых распылителей. Выделяют два вида ингаляции – естественную и искусственную. При естественной ингаляции лечебный эффект обусловлен воздействием определенной температуры, влажности или ионного заряда вдыхаемого больным воздуха. При проведении искусственных ингаляций вдыхаемый воздух насыщается лекарственным веществом, обычно с помощью более или менее сложных ингаляционных устройств.

Ингаляция, как правило, оказывает комплексное воздействие на организм, однако в нем можно выделить следующие основные механизмы: местное физическое и химическое воздействие непосредственно на слизистую оболочку легких, в том числе бактерицидное и бактериостатическое; резорбтивное и рефлекторное, осуществляемое воздействием через рецепторы слизистой оболочки легких на внутренние органы [6]. Ингаляционное введение лекарственных веществ имеет несколько преимуществ перед другими путями их поступления в организм (пероральным и парентеральным). Вещество, вводимое путем ингаляции, распыленное (диспергированное) на маленькие частицы, характеризуется сильнейшей контактной поверхностью (площадью) и соприкасается с поверхностью слизистых оболочек легких, проникая до альвеол, быстро всасывается и через кровь доставляется к тканям в неизменном виде. В отличие от перорального пути введения ингаляция действует в обход естественного «барьера» – печени, в которой ряд лекарственных веществ может в большей или меньшей степени разрушаться и инактивироваться. Непосредственное физическо-химическое воздействие ингалируемого лекарственного средства на слизистую оболочку легких имеет особые преимущества при заболеваниях легких. Не менее эффективным является ингаляционное применение антибактериальных веществ для

непосредственного воздействия на микрофлору дыхательных путей, а также специальных ингаляционных рецепторов и смесей, облегчающих удаление из легких слизи, мокроты, гноя, сгустков крови и т. д.

Система кондиционирования воздуха может быть использована для распыления лекарственных веществ в помещениях для дезинфекции и предотвращения вспышек заболеваний. Разместив в вентиляционных шахтах распылители противовирусных препаратов, можно будет эффективно бороться с различными инфекционными заболеваниями. Для распыления лекарственных препаратов разумнее всего использовать пневмоакустический распылитель [7].

Сбор и подготовка функциональных данных для системы кондиционирования

На рис. 4 курсивом пронумерованы блоки функциональной схемы, приведенные на рис. 3.

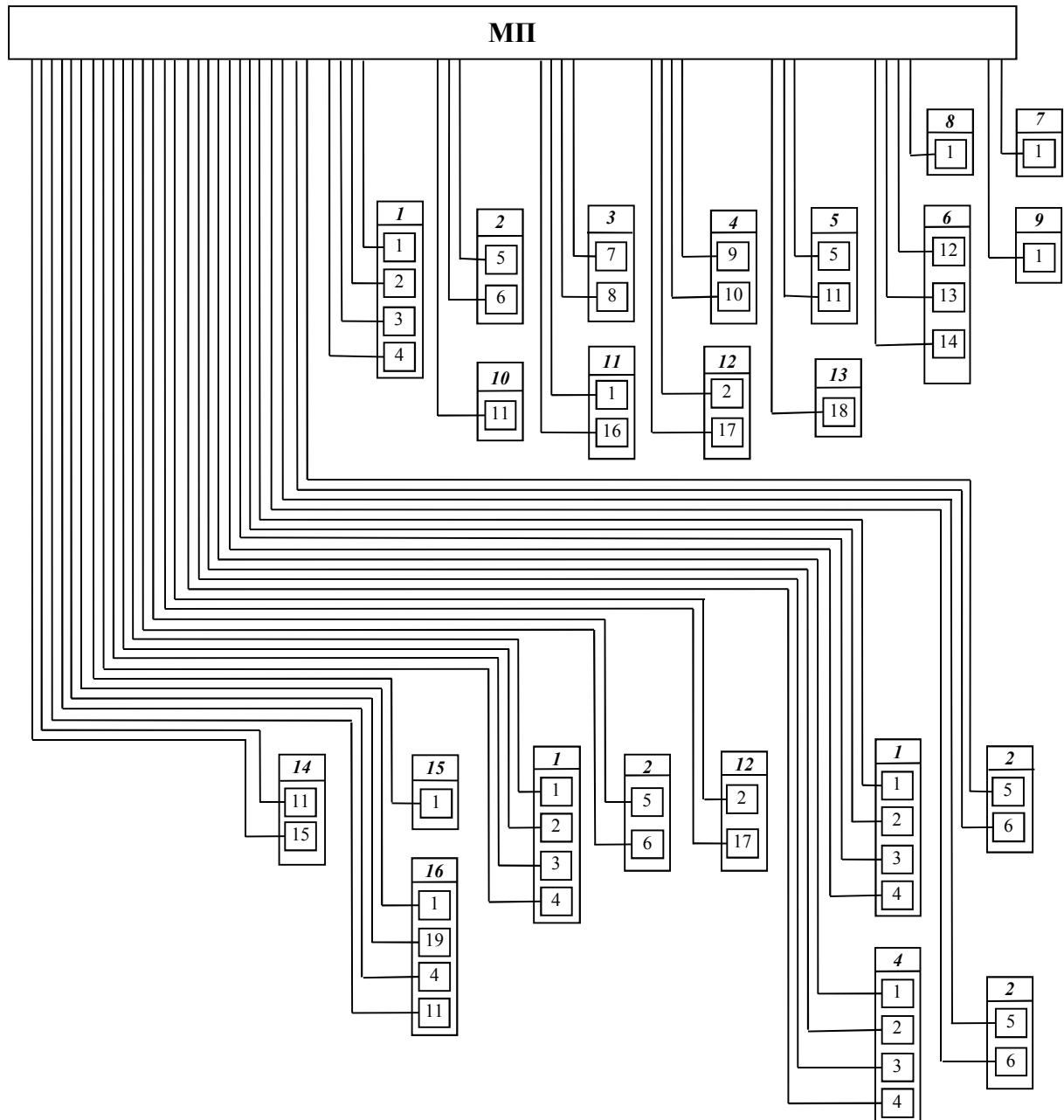


Рис. 4. Общая схема размещения датчиков по функциональным блокам

Внутри каждого блока перечислены типы датчиков, которые предлагается использовать в этих блоках в соответствии со следующей нумерацией:

1. Датчик температуры и рециркуляционного воздуха.
2. Датчик скорости воздушного потока.
3. Датчик содержания кислорода в воздушных потоках.
4. Датчик содержания различных нежелательных и опасных химических, биологических, механических, дымовых, радиоактивных и др. добавок, перечисленных выше.
5. Датчик величины воздушного потока на выходе системы.
6. Датчик величины зазора по каждому клапану.
7. Датчик контроля состояния клапанов.
8. Датчик физической целостности.
9. Расходомер на выходе регулятора.
10. Датчик контроля состояния регулятора.
11. Датчик контроля влажности.
12. Датчик контроля степени прозрачности проходящей воздушной массы.
13. Датчик контроля уровня содержания механических примесей.
14. Вибродатчик.
15. Датчик физической целостности вентиляционной секции.
16. Датчик контроля уровня шума на стыке шумогасителя и оросительной камеры.

Заключение

Таким образом, в результате исследований:

- рассмотрена возможность использования СКВ как составляющего компонента системы организации безопасности жизнедеятельности, сформирован список новых требований;
- рассмотрена возможность применения СКВ как средства профилактики заболеваний;
- приведена новая функциональная схема СКВ;
- составлен список необходимых датчиковых элементов и приведена общая схема размещения датчиков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондарь Е. С., Гордиенко А. С. и др. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Киев: ТОВ «Видавничий будинок» Аванпост-Прим», 2005. 561 с.
2. URL: <http://www.air-ventilation.ru/Tipy-sistem-konditsionirovaniya.htm>.
3. Апошанский С. А., Попов Г. А., Романенко Н. Г. Автоматизированное управление процессом кондиционирования воздуха с учетом требований по безопасности // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Управление, вычисл. техника и информатика. 2014. № 3. С. 7–20.
4. Журавлев Б. А., Загальский Г. Я. и др. Наладка и регулирование систем вентиляции и кондиционирования воздуха. М.: Стройиздат, 1980. 448 с.
5. URL: http://studopedia.ru/18_46205_sistema-bezopasnosti-predpriyatiya.html.
6. URL: <http://prizvanie.su/ingalyatsionnaya-terapiya-istoriya-vidyi-i/>.
7. Пат. РФ № 2260478. Пневмоакустический распылитель жидкости / Яцков Р. П., Цымбал А. А., Яцкова Ж. А.; опубл. 20.09.2005.

Статья поступила в редакцию 26.06.2017

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Попов Георгий Александрович – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; д-р техн. наук, профессор; зав. кафедрой информационной безопасности; popov@astu.org.

Автаев Владимир Андреевич – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; магистрант кафедры электрооборудования и автоматики судов; vovtyaiiaytov@gmail.com.

Романенко Николай Геннадьевич – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. техн. наук, доцент; зав. кафедрой электрооборудования и автоматики судов; nikolayrom@yandex.ru.



G. A. Popov, V. A. Avtaev, N. G. Romanenko

THE CONCEPT OF USING AIR CONDITIONING SYSTEMS AS A COMPONENT OF THE SAFETY SYSTEM

Abstract. The purpose of the study is the development of the air conditioning system (ACS) that can perform not only basic functions maintaining most optimal human values of temperature, humidity and other environmental characteristics, inherent in standard ACS, but also act as a part of a complex life safety system for most possible factors. Such factors are biological and chemical threats, fire safety, physical and vibroacoustic effects, etc. There has been carried out the analysis of the types of air conditioners and the requirements imposed on them, as well as factors that could affect the functioning of ACS. The basic requirements for ACS as a security system have been developed. The functional scheme of ACS was formed on the basis of a block diagram, which included additional functions. There has been considered the possibility of using inhalation as a preventive measure against infectious and virus diseases and as an inhaler spray. A set of sensors necessary to monitor the room environment have been described. The results of the research can be used to build a universal ACS with enriched functionality: from regulating the temperature and humidity parameters to monitoring the room environment and maintaining the safety of the facility.

Key words: air conditioning system, security system, disease prevention.

REFERENCES

1. Bondar' E. S., Gordienko A. S. i dr. *Avtomatizatsiia sistem ventiliatsii i konditsionirovaniia vozdukha* [Automated systems of ventilation and air conditioning]. Kiev, TOV «Vidavnichii budinok»Avanpost-Prim» Publ., 2005. 561 p.
2. Available at: <http://www.air-ventilation.ru/Tipy-sistem-konditsionirovaniya.htm>.
3. Aposhanskii S. A., Popov G. A., Romanenko N. G. Avtomatizirovanoe upravlenie protsessom konditsionirovaniia vozdukha s uchetom trebovaniia po bezopasnosti [Automated control of the air conditioning process subject to safety requirements]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naia tekhnika i informatika*, 2014, no. 3, pp. 7-20.
4. Zhuravlev B. A., Zagal'skii G. Ia. i dr. *Naladka i regulirovanie sistem ventiliatsii i konditsionirovaniia vozdukha* [Adjustment and regulation of systems of ventilation and air conditioning]. Moscow, Stroizdat Publ., 1980. 448 p.
5. Available at: http://studopedia.ru/18_46205_sistema-bezopasnosti-predpriyatiya.html.
6. Available at: <http://prizvanie.su/ingalyatsionnaya-terapiya-istoriya-vidyi-i/>.
7. Iatskov R. P., Tsymbal A. A., Iatskova Zh. A. *Pnevmoakusticheskii raspylitel' zhidkosti* [Pneumoacoustic liquid sprayer]. Patent RF, no. 2260478, 20.09.2005.

The article submitted to the editors 26.06.2017

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Popov Georgiy Aleksandrovich – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Technical Sciences, Professor; Head of the Department of Information Security; popov@astu.org.

Avtaev Vladimir Andreevich – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Master's Course Student of the Department of Electrical Equipment and Automation of Vehicles; vovtyaiaytvov@gmail.com.

Romanenko Nikolay Gennadievich – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor; Head of the Department of Electrical Equipment and Automation of Vehicles; nikolayrom@yandex.ru.

