

С. В. Сукач, канд. техн. наук
(Кременчуцький національний університет ім. М. Остроградського)

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ФОРМИРОВАНИЯ КОМФОРТНОГО МИКРОКЛИМАТА ПОМЕЩЕНИЙ

Розглянуто структуру лабораторного комплексу, обґрунтовано принципи ефективного автоматичного керування повітряним середовищем.

Для підтримки комфортного та безпечного повітряного середовища в приміщеннях, а також для проведення науково-дослідних робіт розроблено та введено в експлуатацію програмно-технічний комплекс (ПТК), у якому узгоджені функціональні й технічні можливості устаткування вентиляційної системи, пристроїв контролю і виміру, а також програмно-апаратних засобів сполучення з ЕОМ.

Ключові слова: *автоматизована система, програмно-технічний комплекс, програмне забезпечення, система вентиляції.*

Рассмотрена структура лабораторного комплекса, обоснованы принципы эффективного автоматического управления воздушной средой.

Для поддержания комфортной и безопасной воздушной среды в помещениях, а также для проведения научно-исследовательских работ разработан и введен в эксплуатацию программно-технический комплекс (ПТК), в котором согласованы функциональные и технические возможности оборудования вентиляционной системы, устройств контроля и измерения, а также программно-аппаратных средств сопряжения с ЭВМ.

Ключевые слова: *автоматизированная система, программно-технический комплекс, программное обеспечение, система вентиляции.*

The structure of laboratory complex is in-process considered, principles of effective automatic control an air environment are grounded.

For maintenance of comfort and safe air environment in apartments, and also for the leadthrough of research works developed and put into an operation programmatic-technical complex (PTC), where agreed functional and technical possibilities of equipment of a vent system are in, devices of control and measuring, as well as software and hardware interfacing with computer.

Keywords: *automated system, programmatic-technical complex, software, system of ventilation.*

Актуальность работы. Разработчики вентиляционных комплексов довольно часто сталкиваются с проблемой интеграции технических устройств, средств измерения и систем диспетчеризации в общую систему. Организовать общее управление, сделать такой комплекс многофункциональным является сложной задачей.

В связи с этим можно выделить основные направления выполнения работ:

решение задач по автоматизации процесса работы системы, включая упрощённую работу оператора с оборудованием в целом;

обеспечение программно-аппаратными средствами сопряжения различного оборудования с ЭВМ, включая диалоговые средства настройки этого интерфейса [1].

В рамках первого направления необходимо определить рациональную организацию выполнения задач функционирования комплекса. Для этого необходимо сформулировать требования к функционированию оборудования, на основе которых формировать алгоритм работы программного обеспечения (далее – ПО). Первоочередной задачей является синтез и возможность гибкой перенастройки различного ПО в соответствии с изменениями условий функционирования технических средств вентиляции.

Анализ публикаций по автоматизации таких комплексов [1, 2, 3] в последнее время сводится к созданию систем диспетчеризации, однако данные системы обеспечивают только снижение расходов на персонал, не затрагивая вопросы обеспечения комфортной воздушной среды и снижения энергозатрат. Только автоматические системы способны в режиме реального времени контролировать и регулировать микроклиматические параметры, непрерывно осуществляя управление оборудованием вентиляционных комплексов.

С учётом вышесказанного, с целью обеспечения комфортной и безопасной воздушной среды в помещениях, а также проведения научно-исследовательских работ, разработка и создание программно-технических комплексов (далее – ПТК), которые согласовывают функциональные и технические возможности оборудования вентиляционных систем в условиях многообразия и сложности решаемых задач, включающих средства вычислительной техники и автоматизации, является приоритетной задачей.

Цель работы. Обоснование структуры, разработка и исследование ПТК формирования комфортного микроклимата помещений.

Материалы и результаты исследований. В КрНУ им. М. Остроградского на кафедре «Системы автоматического управления и электропривод» создан лабораторный комплекс, в состав которого входят восемь аудиторий, размещённых в полуподвальном помещении (рис. 1) [4, 5].

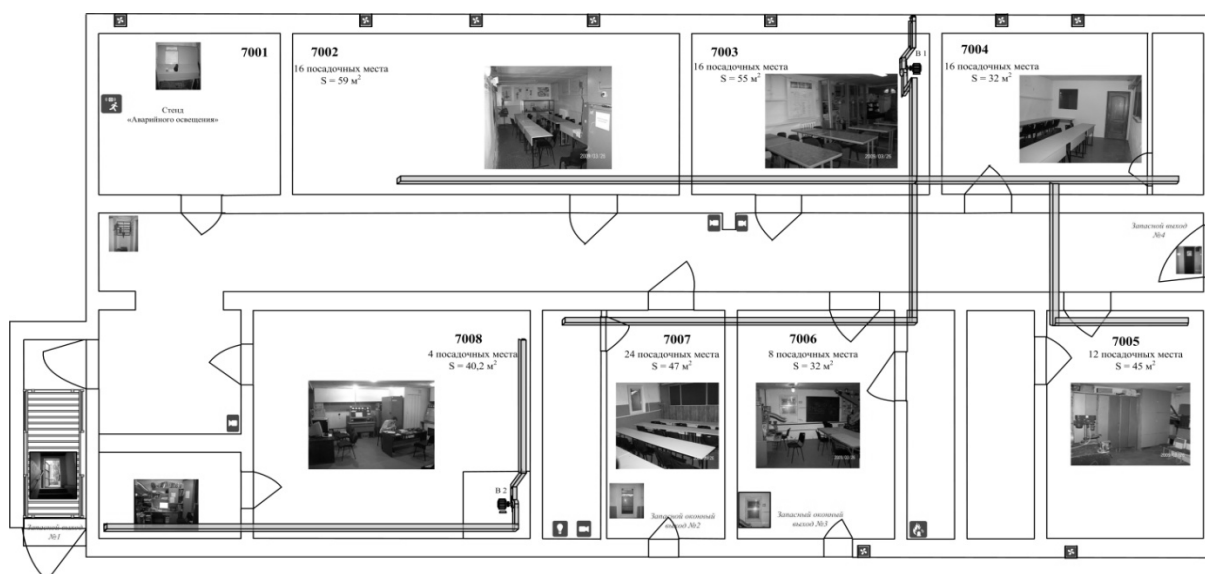


Рис. 1. Общий вид лабораторного комплекса и вентиляционной системы

Управление параметрами воздушной среды в восьми помещениях имеет ряд особенностей, связанных с некоторыми специфическими характеристиками объекта, к которым можно отнести:

- место расположения (лаборатории расположены в полуподвальном помещении учебного корпуса, которые являются изолируемыми);
- параметры лабораторий (помещения имеют различный объём);
- функциональное назначение (помещения 7002, 7003, 7007 выполняют функции учебных лабораторий, 7004, 7008 – исследовательских, 7001, 7005 – мастерских);
- график загрузки лабораторий (определяется количеством учебных занятий);
- различное количество посадочных мест в лабораториях.

Таким образом, для создания комфортного микроклимата в лабораторном комплексе автоматизированная система контроля и управления (далее – АСКУ) параметрами воздушной среды должна в реальном времени получать поступающую из всех помещений информацию о многих параметрах.

Входными управляющими воздействиями АСКУ служат:

- информация от датчиков, установленных в определенных местах аэродинамической сети, о давлении, скорости и расходе воздуха;
- информация от датчиков движения о количестве людей в лаборатории;
- информация от датчиков температуры и влажности о температуре и влажности наружного и внутреннего воздуха;
- информация от датчиков углов поворота воздушных заслонок;
- информация о скорости вращения вентилятора.

При этом система управления воздушной средой испытывает следующие возмущающие воздействия:

- периодическое изменение аэродинамического сопротивления участков разветвленной вентиляционной сети;
- изменение расхода воздуха при открытии дверных и оконных проемов изолируемых помещений (поршневое действие);
- изменение расхода воздуха в помещении, вызванное непостоянством вентиляционных режимов в соседних лабораториях.

Выходные управляющие воздействия формируются системой управления на основе алгоритмов в зависимости от входных управляющих и возмущающих воздействий.

Выходными управляющими воздействиями АСКУ являются:

- сигналы управления заслонками, приточными оконными вентиляторами;
- сигналы задания требуемой производительности вентилятора.

Так как вентиляционные режимы соседних лабораторий оказывают существенное влияние друг на друга, эффективное управление микроклиматическими параметрами всего комплекса в целом является сложной оптимизационной задачей, где необходимо учитывать следующее:

- совместная работа вентилятора и заслонок на каждом участке аэродинамической сети должна обеспечивать тот расход воздуха в лаборатории, который определяется количеством людей. Иными словами, фактический расход воздуха в каждой лаборатории не должен превышать требуемый для этой лаборатории в данный момент времени;

- затраты электроэнергии на обеспечение требуемого вентиляционного режима лаборатории для вентилятора и заслонок существенно отличаются. Поэтому система управления должна обеспечить минимум энергопотребления, как отдельной лаборатории, так и всего комплекса лабораторий. При этом в лаборатории должно поступать необходимое, по санитарным нормам и правилам, количество воздуха;

- график загруженности лабораторий, определяемый количеством учебных занятий, проходящих в день. Для каждой лаборатории известен график студентопотока в час для каждого дня недели. Поэтому расчет управляющих воздействий на заслонки и вентилятор вентиляционной системы необходимо производить с учетом прогнозируемого изменения в течение часа студентопотока и числа лабораторий, в которых проходят занятия.

Исходя из вышесказанного, определены принципы эффективного автоматического управления воздушной средой комплекса лабораторий:

- применение современных технических средств автоматического регулирования производительностью вентилятора и изменением угла поворота заслонок позволит оперативно изменять количество и качество воздуха, в зависимости от количества людей в лабораториях, температуры, влажности и газового состава воздуха;

- использование дополнительных способов управления воздушными потоками (регулируемые заслонки на путях движения воздуха) позволит оптимизировать воздухораспределение на участках разветвленной аэродинамической сети, при этом обеспечит снижение энергопотребления и повышение энергоэффективности работы оборудования вентиляционной системы;

- для повышения точности и надежности управления необходимо постоянно контролировать направления и величины расходов воздуха одновременно в нескольких точках аэродинамической сети.

На основе вышеизложенного, с целью поддержания нормированных микроклиматических параметров, создания безопасных условий работы преподавателей и студентов, а также проведения лабораторных и научно-исследовательских работ, разработан и введен в эксплуатацию стенд АСКУ параметрами воздушной среды лабораторного комплекса (рис. 2).



Рис. 2. Стенд АСКУ параметрами воздушной среды лабораторного комплекса

ПТК формирования комфортного микроклимата помещений является единым комплексом, состоящим из множества разноаспектных компонентов: технических и программных средств, автоматизированной и автоматической систем, предназначенных для сбора, обработки и передачи информации при решении задачи формирования комфортной и безопасной воздушной среды лабораторного комплекса.

В комплекс технических средств (далее – КТС) входит оборудование вентиляционной системы (датчики, заслонки, преобразователь частоты и т. д.), средства вычислительной техники, включающие персональный компьютер ПК (далее – ПК) с периферийным оборудованием и программным обеспечением (рис. 3) [6, 7].

В ПТК используется множество вариантов интерфейсного оборудования, которые соответствуют различным стандартам:

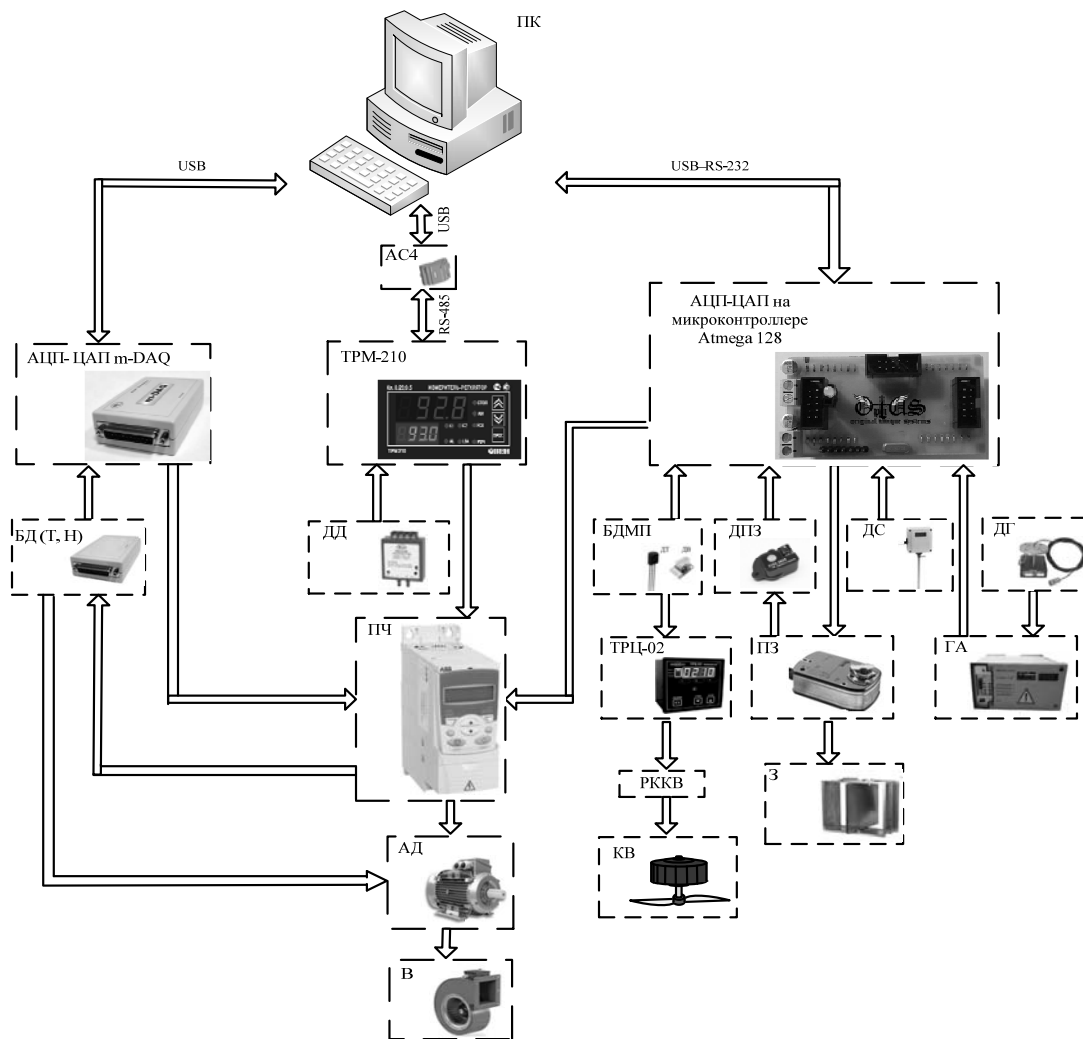


Рис. 3. Структурная схема КТС вентиляционной системы:
В – вентилятор; **АД** – асинхронный двигатель; **З** – заслонка; **ПЗ** – привод заслонки;
БД (Т, Н) – блок датчиков тока и напряжения; **БДМП** – блок датчиков микроклиматических параметров (**ДТ** – датчик температуры, **ДВ** – датчик влажности); **ДД** – датчик давления; **КВ** – канальный вентилятор; **ДС** – датчик скорости; **ДГ** – датчик газоанализатора; **ПЧ** – преобразователь частоты;
ГА – газоанализатор; **АС4** – преобразователь интерфейса;
TRM 210 – ПИД-регулятор; **ТРЦ-02** – измеритель-регулятор микроклиматических параметров; **РККВ** – реле коммутации канальных вентиляторов; **ДПЗ** – датчик положения заслонки; **АЦП – ЦАП** – аналогово-цифровой и цифро-аналоговый преобразователь; **ПК** – персональный компьютер

- связь аналогово-цифрового и цифро-аналогового преобразователя (АЦП-ЦАП), реализованного на микроконтроллере ATmega128 и предназначенного для управления устройствами вентиляционной системы, измерения микроклиматических и технологических параметров, с ПК осуществляется с помощью интерфейсов USB–RS-232;

- измерители-регуляторы микроклиматических параметров ТРЦ-02 и ПИД-регулятор TRM-210 оснащены промышленным преобразователем

интерфейсов связи RS-485 ОВЕН, предназначенным для двунаправленного обмена данными с ПК;

- для изучения режимов работы системы ПЧ-АД, а также для измерения мгновенных значений токов и напряжений используется микросистема сбора данных m-DAQ.

Таким образом, в условиях многообразия и сложности решения задач по обработке и мониторингу технологических, электрических, микроклиматических параметров при формировании сигналов управления и настройки устройств автоматизированного вентиляционного комплекса необходимо согласование функциональных и технических возможностей этих устройств. Поставленные задачи решены путем создания модели визуализации контроля и управления (рис. 4), соответствующей физической модели, которая позволяет исследовать динамику изменения энергетических и микроклиматических параметров, а также выбирать оптимальные режимы работы вентиляционного комплекса.

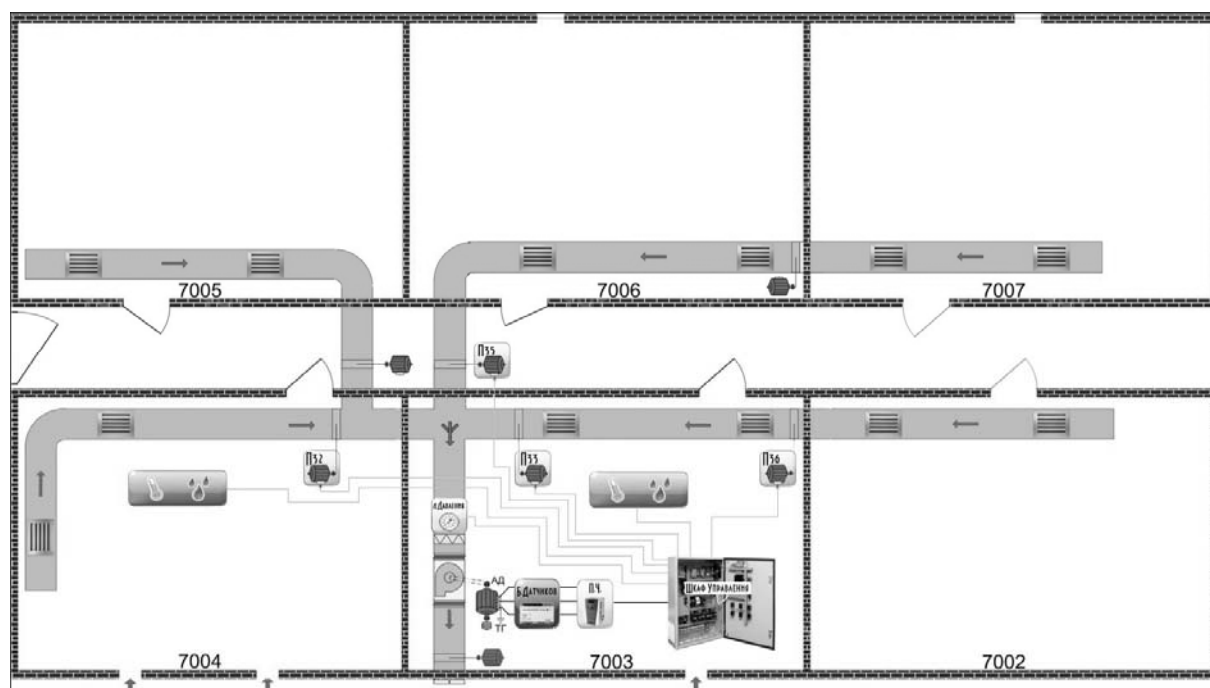


Рис. 4. Главное окно визуализации АСУ вентиляционной системы

Программное обеспечение контроля и управления автоматизированной вентиляционной системы реализовано в среде Delphi 7 [8].

Разработанная программа позволяет управлять оборудованием системы вентиляции, с возможностью быстрой перенастройки и добавлением новых компонентов, делает ее удобной и гибкой. Одним из основных преимуществ является возможность подключения более одной коммутационной системы и применение других программ, приложений в окнах визуализации, которые могут быть использованы при развитии системы.

ПТК формирования комфортного микроклимата помещений позволяет:

- создавать комфортную и безопасную воздушную среду за счёт эффективной, совместной работы вентилятора и заслонок на каждом участке аэродинамической сети, обеспечивая необходимый расход воздуха в лабораториях;

- оптимизировать воздухораспределение на участках разветвленной аэродинамической сети, обеспечивая снижение энергопотребления и повышения энергоэффективности работы оборудования вентиляционной системы;

- контролировать и оперативно защищать оборудование ПТК при возникновении аварийных режимов;

- анализировать энергоэффективность методов регулирования параметров вентиляционной системы и оценивать энергетические характеристики;

- обеспечивать заданный алгоритм управления без человеческого вмешательства;

- получать опыт работы с современным оборудованием, навыков монтажа, настройки и возможных вариантов использования его в других целях;

- изучать энергетические процессы в сложных электрических и электромеханических преобразователях энергии;

- строить различные алгоритмы работы вентиляционной системы и их отработки под воздействием различных возмущающих факторов;

- исследовать аэродинамические характеристики разветвленной аэродинамической сети за счет изменения сопротивления и путем изменения характеристик вентилятора. Это позволит провести анализ обоих методов регулирования как отдельно, так и совместно, а также оценить энергетическую эффективность того или иного способа;

- осваивать методики испытания вентиляторов, заключающие в определении производительности, полного давления, мощности и коэффициента полезного действия вентилятора, проанализировав значения перечисленных параметров, оценить износ и возможные неисправности трубопроводной, запорно-регулирующей арматуры и лопаток вентилятора;

- изучать специфику работы современных программных средств автоматизированного управления технологическим процессом, а именно Delphi 7, SCADA, LabView;

- настраивать аппаратные и программные ПИД-регуляторы;

- анализировать технические решения по повышению эффективности работы системы микроклиматического контроля и газового состава воздушной среды в помещениях [5, 6].

Выводы. Разработан и введён в эксплуатацию ПТК формирования комфортного микроклимата помещений, объединивший в единую систему оборудование вентиляционной системы, устройства контроля и измерения, а также программно-аппаратные средства обеспечивающий как создание комфортной и безопасной воздушной среды в помещениях лабораторного комплекса, так и эффективное проведение научных исследований автоматизированных систем управления технологическим процессом.

Автоматизированная система управления вентиляционной системы оперативно учитывает изменение параметров воздушной среды в помещениях благодаря быстрому и эффективному управлению технологическим оборудованием, а также, оптимизировав воздухораспределение на участках разветвленной аэродинамической сети за счёт совместной работы вентилятора и заслонок, обеспечивает снижение энергопотребления и повышение энергоэффективности работы оборудования.

Список литературы

1. Перцовский М. И. Автоматизированные приборные комплексы и «виртуальные приборы» : из опыта внедрений АСУ ТП «Лабораторией автоматизированных систем (АС)» / Е. А. Воробьев, М. Г. Евтихов // «Автоматизация в промышленности». – 2004. – № 10. – С. 44–48.
2. Бондарь Е. С. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха : [учебное пособие] / А. С. Гордиенко, В. А. Михайлов, Г. В. Нимич. – М. : Аванпост-прим, 2005. – 560 с.
3. Седов А. В. Обеспечение комфорта человека в помещении посредством инженерных систем / П. Д. Челишков, И. В. Редин // Вісник ДНАБА. – 2009. – Вип. 5/2009 (79). – С. 94–97.
4. Сукач С. В. Энергоэффективность систем проветривания изолированных помещений / С. В. Сукач // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету : збірник наук. пр. КДПУ. – Вип. 3 (50). – Ч. 1. – Кременчук : КДПУ, 2008. – С. 149–151.
5. Величко А. Л. Автоматизированная система обеспечения жизнедеятельности учебных лабораторий кафедры САУЭ / А. Л. Величко, С. В. Сукач, М. А. Кобылянский, А. В. Мозговой // Вісник Кременчуцького державного університету імені Михайла Остроградського. – Вип. 4/2010 (63). – Ч. 1. – Кременчук : КДУ імені Михайла Остроградського, 2010. – С. 28–30.
6. Мозговой А. В. Исследовательский тренажерный вентиляционный комплекс для подготовки специалистов-электромехаников / А. В. Мозговой, М. А. Кобылянский, А. Л. Величко, А. А. Сердюк, С. В. Сукач, А. С. Метель : матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених і спеціалістів «Електромеханічні та енергетичні системи, методи моделювання та оптимізації», 28–29 березня 2012 р., м. Кременчук. – С. 67–70.
7. Сукач С. В. Метод і засоби контролю та управління якістю повітряного середовища у приміщеннях : монографія / С. В. Сукач, Ю. І. Шульга. – Кременчук : Видавець ПП Щербатих О. В., 2013. – 192 с.
8. Сукач С. В. Програмний комплекс для автоматизації вентиляційної системи навчально-лабораторних приміщень / С. В. Сукач // Проблеми охорони праці в Україні : зб. наук. праць. – 2013. – Вип. 26. – С. 82–92.

Дата подання статті до збірника – 03.04.2014

Рецензент – д-р техн.наук Глива В.А.