

УДК 697.922:628.852.2

к.т.н. Сукач С.В.,  
Кременчуцький національний університет  
імені Михайла Остроградського

## СУЧАСНИЙ АСПЕКТ РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМИ ВЕНТИЛЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ПРИМІЩЕНЬ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

*Наведено основні принципи та підходи до розв'язання проблеми вентиляювання навчальних приміщень різного призначення. Розроблено структурну схему автоматизованої системи контролю і управління процесом вентиляювання приміщень. Розглянуто та обґрунтовано необхідність вибраної організації сучасної автоматизованої вентиляційної установки.*

**Ключові слова:** автоматизована система, система управління, вентиляційна установка, охорона праці.

**Актуальність роботи.** Формування оптимальних умов праці у приміщеннях навчальних закладів – процес складний і залежить від цілого комплексу факторів. Оптимальний повітряний простір у приміщеннях досягається своєчасним видаленням шкідливих чинників та підтримкою фізичних факторів повітря в приміщенні у регламентованих межах, передбачених нормативними документами [1, 2].

Фізичні фактори визначають загальне самопочуття людей, при якому вони відчують зручність, спокій, затишок. Для створення комфортного та безпечного повітряного середовища в навчальних приміщеннях необхідне використання систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (ОВК). Забезпечення належного повітрообміну, подача свіжого повітря та підтримка його параметрів у нормованих санітарно-гігієнічних межах здійснюється за допомогою вентиляційних комплексів [2-5].

Існуючі промислові автоматизовані системи вентиляції дозволяють знайти баланс між створенням комфортного мікроклімату і зниженням енерговитрат, але вони достатньо складні, витратні, досить громіздкі і не забезпечують підтримання загального комплексу фізичних факторів у нормованих межах [5].

У зв'язку з вищевикладеним, необхідний сучасний підхід до розв'язання проблеми створення або модернізації існуючих систем вентиляювання навчальних приміщень різного призначення з використанням систем контролю й управління фізичними факторами приміщень і доповнення засобами виміру енергетичних, технологічних параметрів електропривода та введенням у її склад сучасної запірно-регулюючою арматури. Це дозволило б більш точно

контролювати та підтримувати в нормованих межах параметри повітряного середовища у приміщеннях навчальних закладів, знаходити оптимальні режими роботи вентиляційних установок та підвищити рівень охорони праці.

**Метою роботи** є розроблення основних принципів та підходів до розв'язання проблеми вентиляювання навчальних приміщень різного призначення.

**Матеріал і результати досліджень.** З урахуванням вищевикладеного розроблено характеристичні ознаки сучасних вентиляційних установок навчальних приміщень для створення безпечного середовища і підвищення рівня охорони праці (рис. 1).



Рис. 1 Структурна схема ознак сучасних вентиляційних установок навчальних приміщень

Зі структури можна виділити чотири основні ознаки:

Одна з основних ознак – це *безпечність* вентиляційної установки, яка, у свою чергу, поєднує ряд норм і засобів з безпеки та охорони праці як при проектуванні, так і при роботі з установкою.

До ряду норм можна віднести:

- пожежну безпеку – стан об'єкта, при якому з регламентованою ймовірністю відкидається можливість виникнення та розвитку пожежі і впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей;

- безпечність рівнів напруги – живлення елементів вентиляційної установки повинне здійснюватися безпечними рівнями напруг;

- діелектричну стійкість – правильність вибору струмопровідних елементів з відповідних ізолюючих матеріалів, щоб запобігти можливості пробою

діелектричного матеріалу від прикладеної напруги й ураженню електричним струмом;

- засоби захисного відключення і заземлення – забезпечують відключення електроустановки при однофазному дотику людини до струмопровідних частин, що знаходяться під небезпечною напругою, або при виникненні витоку струму на землю (корпус);

- екологічна безпечність – при проектуванні електричних шаф вентиляційних установок потрібно враховувати той факт, що при роботі електромеханічного обладнання і перетворювальних пристроїв виникають електромагнітні поля, які негативно впливають на стан здоров'я людини, і ступінь «шкідливості» визначається інтенсивністю, частотою електромагнітної хвилі, часом дії та іншими чинниками;

- сигналізація – запобігає неправильним діям працівників;

- огороження – для організації роботи з електроустановкою й обмеження доступу обслуговуючого персоналу до струмопровідних частин.

Другою вимогою до сучасного вентиляційного комплексу є *інформативність та підтримка комфортного і безпечного повітряного середовища*, яку можна розділити на:

- зовнішній вигляд та інструменти вимірювання – включає попереджувальну індикацію, електричну принципову схему, індикацію спрацьовування комутаційних пристроїв установки;

- інструменти вимірювання можна розділити на аналогові й цифрові. Вимірювання параметрів аналоговими приладами дозволяє досліджувати й аналізувати статичні режими роботи системи електропривода. Основна перевага цифрової системи вимірювань полягає в її високій точності, швидкодії, високій стабільності характеристик;

- підтримка комфортного і безпечного повітряного середовища – забезпечення оптимальних фізичних параметрів, коли значення цих показників під час тривалої та систематичної дії на людину забезпечують нормальний стан організму.

При проектуванні вентиляторних установок необхідно максимально *наблизити їх до промислового зразка* – як по виконанням, так і використаним обладнанням:

- за використаним обладнанням можна розділити на промисловий зразок, виготовлений заводом, що має фіксовані технічні параметри, та розроблений зразок, який спрямований на реалізацію тих задач, що неможливі при використанні промислового зразка обладнання;

– за виконанням установки поділяють на ті, які потребують монтажу розподільної кабельної системи та монтажу лише комутуючих і перетворювальних пристроїв згідно з нормами безпеки.

Кожна сучасна вентиляційна установка повинна мати програмно-апаратні засоби візуалізації роботи, іншими словами, повинна бути *автоматизована*.

Автоматизацію вентиляційних установок можна розділити на два рівні:

– рівень автоматизованої системи управління (АСУ): диспетчеризація і управління з персонального комп'ютера (ПК) – дозволяє виконувати віддалене налаштування і регулювання системи з ПК; диспетчеризація і управління через GSM – дозволяє здійснювати централізований контроль, управління і координацію різних процесів, що відбуваються на віддалених об'єктах, з використанням оперативної передачі інформації між цими об'єктами і пультом управління; ручне управління – здійснює керування безпосередньо із шафи управління;

– рівень автоматизованої системи управління технологічним процесом (АСУ ТП): диспетчеризація та управління через локальну розрахункову мережу забезпечує динамічне відображення реальних станів об'єкту управління за показаннями датчиків зворотного зв'язку, можливість управління віртуальною моделлю об'єкта на екрані монітора; диспетчеризація і управління через локальну розрахункову мережу "Internet" дозволяє впроваджувати Internet-орієнтовані розподілені клієнт/серверні системи для дистанційного керування вентиляційними установками.

Дослідження довели, що 80 % життя людина проводить у приміщенні, з них 40 % вона проводить на робочому місці або на заняттях у навчальних закладах [5]. Тому особливу увагу в приміщеннях ВНЗ необхідно приділяти відповідності фізичних факторів заданим нормам: температури та швидкості руху повітря, відносної вологості, концентрації CO<sub>2</sub>, CO, іонного складу, електромагнітних полів і випромінювань та інших.

Якщо дані фізичні фактори не відповідають нормам, виникає загальна слабкість, підвищена втома, пітливість, сонливість, втрата уваги, що, у свою чергу, призводить до небезпеки отримання травм, а при роботі з електротехнічним обладнанням можливі смертельні наслідки.

Таким чином, нормування параметрів у навчальних приміщеннях є пріоритетним завданням з підвищення рівня охорони праці. Проте необхідно враховувати різні призначення приміщень вищих навчальних закладів, будь-то лабораторні або лекційні аудиторії, майстерні, складські, препаратурські або викладацькі приміщення, де склад та швидкість зміни фізичних факторів різні. В ідеальному варіанті бажане встановлення всіх датчиків і обладнання підтримання нормованих фізичних факторів, однак збільшення вартісних

показників вентиляційної установки і вимоги, які висуваються до різнотипних приміщень навчальних закладів, змушують встановлення в них різноманітного обладнання. Виходячи з вищевикладеного, розроблено структурну схему автоматизованої системи контролю і управління процесом вентиляювання навчальних приміщень різного призначення (рис. 2).

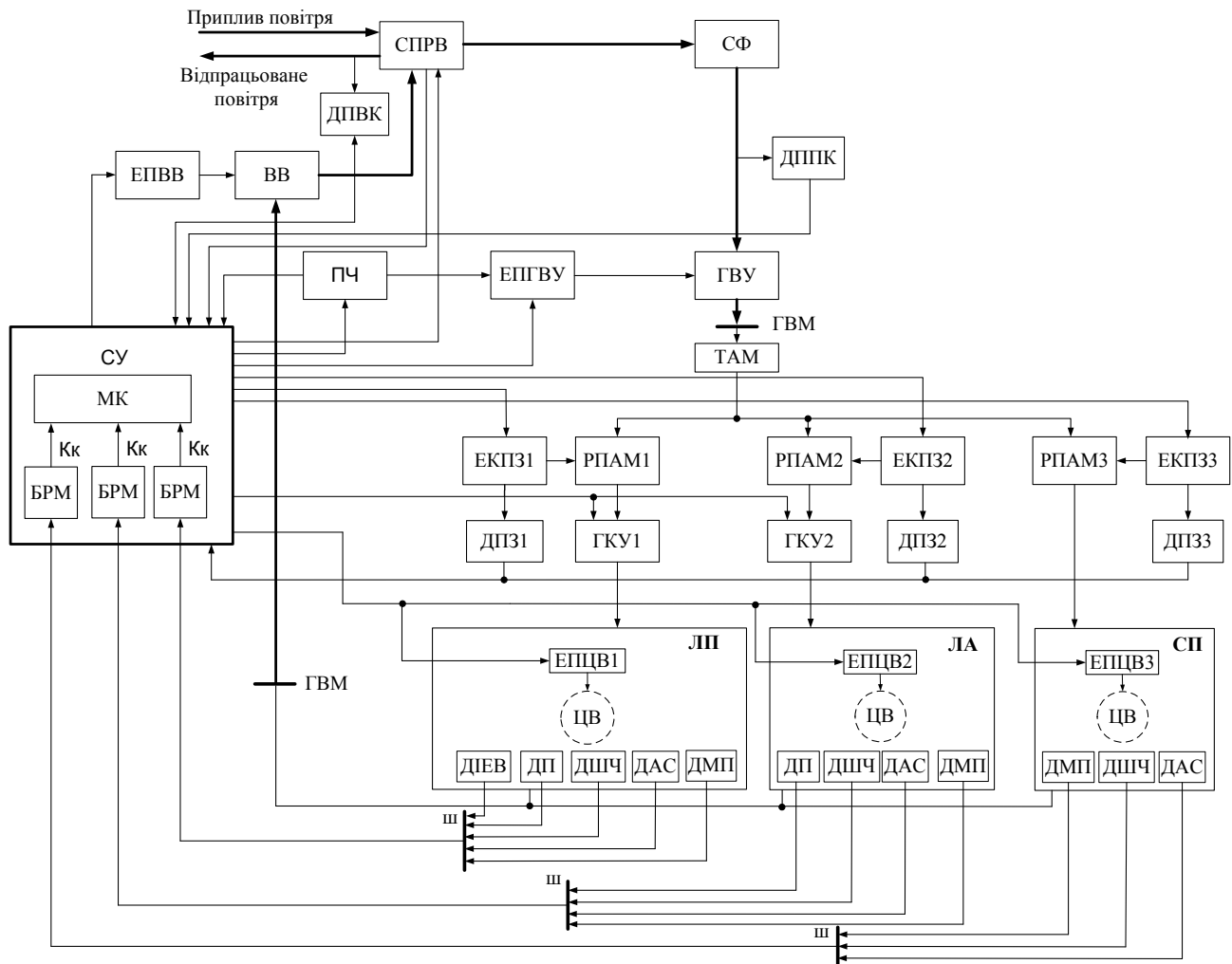


Рис. 2 Структурна схема автоматизованої системи контролю і управління процесом вентиляювання навчальних приміщень різного призначення

У схемі прийняті такі позначення: ЛП – лабораторне приміщення; ЛА – лекційна аудиторія; СП – складське приміщення; Ш – шина; ГВМ – головна вентиляційна магістраль; СПРВ – система підготовки та рециркуляції повітря; ДППК – датчик продуктивності (кількість повітря) в припливному каналі; ДПВК – датчик продуктивності у витяжному каналі; ВВ – витяжний вентилятор; ЕПВВ – електричний керований привод витяжного вентилятора; ПЧ – перетворювач частоти; ЕПГВУ – електричний керований привод головної вентиляційної установки; ГВУ – головна вентиляційна установка; СФ – система фільтрації; ТАМ – трубопровідна аеродинамічна мережа; РПАМ – регулювальний пристрій

розгалуженої аеродинамічної мережі (засувка); ЕКПЗ – електричний керований привод засувки; ГКУ – генератори створення комфортних умов (іонізатор та інші); ДПЗ – датчик положення засувки; СУ – система управління; ЕПЦВ – електричний керований привод циркуляційного вентилятора; ЦВ – циркуляційний вентилятор; ДП – датчики присутності та визначення кількості працівників; ДШЧ – датчики шкідливих чинників; ДАС – датчики аварійної сигналізації; ДІЕВ – датчики іонного складу та електромагнітних полів і випромінювань; ДМП – датчики мікрокліматичних параметрів; БРМ – блоки регресійної моделі, Кк – коефіцієнт комфортності, МК – мікроконтролер.

Контроль і управління параметрами повітряного середовища в приміщеннях здійснюється у такий спосіб. Зовнішнє повітря із системи підготовки та рециркуляції повітря надходить до головної вентиляційної установки через систему фільтрації, забезпечуючи приплив повітря. Потім повітря через трубопровідну мережу надходить до навчальних приміщень різного призначення. На привод циркуляційного вентилятора подається сигнал управління, згідно з яким циркуляційний вентилятор починає роботу з певною швидкістю обертання, забезпечуючи необхідну рухливість повітря в приміщеннях. По досягненні необхідної кількості повітря в приміщеннях, яке відповідає об'єму приміщення, подається сигнал на систему управління, яка, керуючи приводом, регулює пристрої (засувки) роздільної аеродинамічної мережі, встановлює їх у відповідне положення (закрите/відкрите). Положення засувки визначається за допомогою датчика положення засувки.

Сигнали з датчиків мікрокліматичних параметрів (температури, вологості, швидкості повітря), газового складу, іонного складу, електромагнітних полів і випромінювань та інших надходять до системи управління. У блоках регресійної моделі, у яких програмно реалізовано рівняння регресії, отримана інформація з блоків датчиків мікрокліматичних параметрів обробляється у вигляді одного параметра – коефіцієнта комфортності  $K_k$ . Рівняння регресії – модель залежності коефіцієнта комфортності від температури, відносної вологості та швидкості руху повітря – має вигляд:

$$K_k = -a + b \cdot \varphi - c \cdot T^2 - d \cdot T \cdot v - e \cdot \varphi^2,$$

де  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ,  $e$  – коефіцієнти регресійної моделі [4, 5].

Необхідно розширення наведеної моделі з додаванням іонного складу повітря, електромагнітних випромінювань та інших фізичних факторів.

Даний коефіцієнт комфортності порівнюється із заданим значенням. На підставі виконаного аналізу і порівняння блок регресійної моделі видає сигнал управління на мікроконтролер, що регулює положення засувок, швидкість

обертання вентилятора і запускає генератори комфортних умов у кожному приміщенні.

**Висновки.** Розроблено ознаки сучасних вентиляційних установок навчальних приміщень, що дозволяють значно підвищити рівень охорони праці.

Запропоновано автоматизовану систему контролю і управління процесом вентиляції навчальних приміщень різного призначення, де залежно від їх призначення доведено необхідність установлення різноманітного обладнання. Розроблена система управління дозволяє знаходити оптимальні режими роботи вентиляційних установок та підвищити рівень охорони праці, підтримуючи фізичні фактори в регламентованих санітарно-гігієнічних межах.

### Література

1. СанПиН 2.1.2.1002-00 «Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям».
2. СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».
3. Сукач С.В. Технічні рішення з підвищення ефективності системи індивідуального провітрювання лабораторних приміщень / С.В. Сукач, О.В. Шутька // Вісник КДУ ім. М. Остроградського. – 2010. – Вип. 3/2010 (62). Ч. 2. – С. 51–55.
4. Сукач С. В. Автоматизована система контролю та керування параметрами повітряного середовища приміщень / С.В. Сукач, О.В. Мозговой, М.А. Кобилянський, О.Л. Величко // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. Щоквартальний науково-виробничий журнал. – Кременчук : КрНУ, 2012. – Вип. 4/2012 (20). – С. 127–132.
5. Метод і засоби контролю та управління якістю повітряного середовища у приміщеннях : монографія / С.В. Сукач, Ю.І. Шульга. – Кременчук : ПП Щербатих О.В., 2013. – 192 с.

### Аннотация

Рассмотрены основные принципы решения проблем вентиляции учебных помещений различного назначения. Разработана структурная схема автоматизированной системы контроля и управления процессом вентилирования помещений. Обоснована необходимость предложенной организации современной автоматизированной вентиляционной установки.

**Ключевые слова:** автоматизированная система, система управления, вентиляционная установка, охрана труда.

### Abstract

The basic principles and approaches of solving the problem of ventilation of educational apartments are brought. The flow diagram of an automated system for monitoring and management of ventilation facilities is developed. The necessity of select organization of the modern automated vent setting is considered and grounded.

**Keywords:** automated system, control system, ventilation system, labor protection.