

Андрій БОЧКОВСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф.,
Наталія САПОЖНИКОВА, канд. техн. наук, доц.
Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса, Україна, e-mail: boch@op.edu.ua

СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНИМИ ПАРАМЕТРАМИ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА В АДМІНІСТРАТИВНИХ ПРИМІЩЕННЯХ ЗАКЛАДІВ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

Анотація. В рамках представленого дослідження, запропоновано для використання у адміністративних приміщеннях закладів охорони здоров'я розроблену систему автоматизованого управління санітарно-гігієнічними параметрами виробничого середовища, яка дозволяє підвищити рівень професійної безпеки та продуктивності праці адміністративних працівників закладів охорони здоров'я, за рахунок можливості постійної підтримки нормованих значень санітарно-гігієнічних параметрів виробничого середовища (освітленості поверхні робочої зони, температури, відносної вологості, чистоти та швидкості руху повітря робочої зони).

Ключові слова: охорона праці, професійна безпека, заклади охорони здоров'я, продуктивність праці, професійне здоров'я

Актуальність дослідження

Згідно вимог Державних санітарних норм і правил «Санітарно-протиепідемічні вимоги до новозбудованих, реставрованих і реконструйованих закладів охорони здоров'я» (затверджених Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 21 лютого 2023 року № 354) у адміністративних та інших приміщеннях закладів охорони здоров'я повинні досягатися і підтримуватися відповідні нормовані значення санітарно-гігієнічних показників робочої зони (виробничого середовища). Зокрема, мікрокліматичні показники робочої зони, показники чистоти повітря, показники освітлення робочої зони.

На теперішній час, санітарно-гігієнічні параметри виробничого середовища у приміщеннях контролюються (окремо кожний) за допомогою інструментальних вимірювань під час проведення атестації робочих місць уповноваженими організаціями (не рідше ніж 1 раз на 5 років), тобто дискретно. На основі проведеної атестації, розробляються та впроваджуються заходи і засоби щодо приведення параметрів до нормованих значень. Однак, зазначений підхід має певні недоліки [1 – 5], які можуть значно впливати, як на рівень продуктивності праці, так і на рівень професійного здоров'я. Серед основних недоліків зазначеного підходу є те, що він дозволяє лише фіксувати характеристики відповідних санітарно-гігієнічних параметрів у момент їх вимірювання. Але, є відомим, що характеристики зазначених параметрів на практиці змінюються постійно та випадково протягом робочої зміни. Отже, зафіксовані під час атестації робочого місця параметри (та відповідно заходи і засоби щодо їх унормування) виявляються необ'єктивними, з точки зору забезпечення професійної безпеки працівника на горизонті планування тривалих періодів трудової діяльності, що, в свою чергу, може призводити до виникнення професійних захворювань та швидкого розвитку та настання у працівника стану втоми (внаслідок поступового накопичення в організмі працівника негативних факторів трудової діяльності). Окрім того, зазначений підхід не враховує об'єктивного фактора фізичного зносу обладнання, що продукує негативні фактори, які впливають на характеристики санітарно-гігієнічних показників робочої зони. Також, існуючий підхід не задовольняє рекомендаціям стандарту ДСТУ ISO 45001:2019 «Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування» (ISO 45001:2018, IDT), які зазначають необхідність здійснювати постійний моніторинг та корегування характеристик параметрів впливу на працівника негативних факторів трудової діяльності.

Зважаючи на стохастичний та випадковий у часі характер впливу на працівника негативних факторів трудової діяльності, від яких залежать характеристики санітарно-гігієнічних параметрів виробничого середовища, забезпечити високий рівень професійної безпеки працівника та оптимальний рівень працездатності (в рамках виконання вимог вище зазначених Державних санітарних норм і правил та ДСТУ ISO 45001:2019) можливо лише за рахунок розробки і

впровадження системи автоматизованого управління санітарно-гігієнічними параметрами виробничого середовища [6–10]. Зазначена система може бути впроваджена у будь-яких адміністративних приміщеннях, зокрема й у адміністративних приміщеннях закладів охорони здоров'я (ЗОЗ).

Мета дослідження

Отже, з метою вирішення зазначених недоліків в основу дослідження було поставлено завдання розробити систему автоматизованого управління санітарно-гігієнічними параметрами виробничого середовища (САУПВС), яка дозволить удосконалити процес атестації робочих місць та зменшити витрати ЗОЗ на його проведення; спостерігати за динамікою змін параметрів виробничого середовища; підтримувати нормовані значення санітарно-гігієнічних параметрів виробничого середовища (освітленість поверхні, температуру, відносну вологість, чистоту та швидкість руху повітря робочої зони); оперативно контролювати та управляти санітарно-гігієнічними параметрами виробничого середовища.

Основні матеріали досліджень

Поставлена задача вирішена системою автоматизованого управління санітарно-гігієнічними параметрами виробничого середовища, що включає сполучені між собою датчики температури, відносної вологості, швидкості руху повітря, рівня освітленості поверхні робочої зони, аналізатор шкідливих речовин в повітрі робочої зони, а також нормуючі перетворювачі, персональний комп'ютер, керуючий мікропроцесорний пристрій (КМП), підсилювачі сигналу, кондиціонер, зволожувач (осушувач) повітря, освітлювальні прилади, фільтри та заслінки фільтровентиляційної системи. Виходи датчиків температури, відносної вологості і рівня освітленості та аналізатора шкідливих речовин в повітрі робочої зони і швидкості руху повітря сполучені зі входами відповідних нормуючих перетворювачів, виходи яких сполучені з аналоговими входами керуючого мікропроцесорного пристрою, який сполучено з персональним комп'ютером, дискретні виходи керуючого мікропроцесорного пристрою сполучені з входами підсилювачів сигналів, виходи яких сполучені з виконуючими пристроями.

Як виконуючі пристрої система містить кондиціонер, зволожувач (осушувач) повітря, освітлювальні прилади, фільтри та заслінки фільтровентиляційної системи.

На кресленні зображена принципова схема системи автоматизованого управління санітарно-гігієнічними параметрами виробничого середовища (рис. 1).

Система автоматизованого управління санітарно-гігієнічними параметрами виробничого середовища включає датчики температури 1, відносної вологості повітря 2, рівня освітленості поверхні робочої зони 3, аналізатор шкідливих речовин в повітрі робочої зони 4, швидкості руху повітря 5, а також нормуючі перетворювачі 6, 7, 8, 9, 10, персональний комп'ютер 11, керуючий мікропроцесорний пристрій (наприклад, Arduino Mega 2560) 12, підсилювачі сигналу 13, 14, 15, 16, 17 та виконуючі пристрої: кондиціонер 18, зволожувач (осушувач) повітря 19, освітлювальні прилади 20, фільтри 21 та заслінки фільтровентиляційної системи 22.

Зазначені елементи системи поєднано між собою наступним чином: датчик температури 1 поєднано зі входом нормуючого перетворювача 6, датчик відносної вологості повітря 2 поєднано зі входом нормуючого перетворювача 7, датчик рівня освітленості робочої зони 3 поєднано зі входом нормуючого перетворювача 8, датчик аналізатор шкідливих речовин в повітрі 4 поєднано зі входом нормуючого перетворювача 9, датчик швидкості руху повітря 5, поєднано зі входом нормуючого перетворювача 10.

Виходи нормуючих перетворювачів 6, 7, 8, 9, 10 сполучені з аналоговими входами керуючого мікропроцесорного пристрою 12, який, в свою чергу, сполучений зі входом та виходом персонального комп'ютеру 11.

Підсилювачі сигналу 13, 14, 15, 16, 17 підключені до дискретних виходів керуючого мікропроцесорного пристрою 12 та до відповідних виконуючих пристроїв 18, 19, 20, 21, 22.

Система автоматизованого управління санітарно-гігієнічними параметрами виробничого середовища працює наступним чином.

Сигнали з датчиків 1, 2, 3, 4, 5, через аналогові входи 6, 7, 8, 9, 10, до яких вони підключені, надходять до аналого-цифрового перетворювача (АЦП). АЦП вбудовано

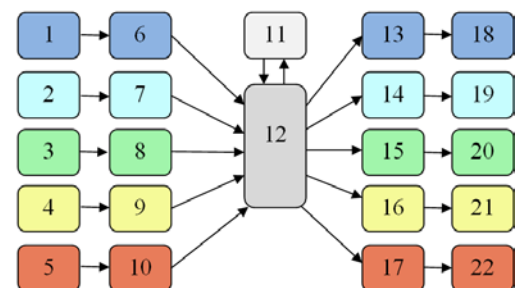


Рис. 1. Принципова схема САУПВС

в керуючий мікропроцесорний пристрій 12. Цифровий сигнал з виходу АЦП надходить до центрального процесорного пристрою КМП 12 та обробляється. Вихідний сигнал надходить до відповідного дискретного виходу КМП 12, проходить через підсилювач, наприклад 13, або всіх 13 – 17 та замикає/розмикає контакторні групи виконуючого пристрою, наприклад 18, або всіх 18 – 22, тим самим вмикаючи/вимикаючи його, або всіх 18 – 22.

Одночасно з обробкою сигналів в керуючому мікропроцесорному пристрої 12, відбувається його взаємодія з персональним комп'ютером 11 через інтерфейс RS-232:

- обробляються та представляються у графічному вигляді дані з датчиків 1 – 5;
- відображається інформація про режими роботи виконуючих пристроїв (ввімкнено / вимкнено) 18 – 22;
- відправляються команди, щодо зміни режиму роботи виконуючого пристрою, наприклад 18, або всіх 18 – 22.

Система постійно порівнює отримані з датчиків параметри, щодо показників температури, відносної вологості, швидкості руху та чистоти повітря робочої зони, а також рівня освітленості із заданими нормативними значеннями, та в разі відхилення від них, вмикає/вимикає відповідні виконуючі пристрої.

У разі необхідності зміни заданих режимів роботи, системою передбачено режим ручного керування (оператором персонального комп'ютеру) виконуючих пристроїв.

Робота системи ілюструється наступним прикладом.

Система вмикається за 2 години до початку зміни (робочого дня). Датчики фіксують показники температури, відносної вологості, швидкості руху і чистоти повітря робочої зони, а також рівень освітленості робочої поверхні.

Температура повітря в робочій зоні зафіксована на рівні +15 °С, що нижче ніж нормативне значення (+22 °С), вмикається спліт-система в режимі обігріву. Спліт-система працює до тих пір, поки датчик температури не зафіксує температуру в робочій зоні +22 °С.

Освітленість робочої зони, зафіксована на рівні 150 лк, що нижче ніж задане нормативне значення (300 лк), вмикаються освітлювальні пристрої. Якщо, протягом зміни, рівень освітленості робочої поверхні перевищить нормативне значення, система автоматично відключить частково або повністю всі освітлювальні пристрої. Протягом обідньої перерви (з 13.00 до 14.00) система вимикає освітлювальні пристрої.

Швидкість руху повітря зафіксована на рівні 0,1 м/с, що дорівнює нормативному значенню, відповідно система фільтровентиляції та заслінка працює в штатному режимі.

Відносна вологість повітря зафіксована на рівні 30 %, що нижче ніж нормативне значення (40 %), вмикається зволожувач повітря, який працює доки датчик відносної вологості повітря не зафіксує показник відносної вологості на рівні 40 %.

Датчик-аналізатор фіксує вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони на рівні, що не перевищує гранично-допустимої концентрації (ГДК). Фільтровентиляційна система працює в штатному режимі (без залучення фільтрів). Якщо протягом зміни вміст шкідливих речовин в повітрі перевищить ГДК, система почне працювати в режимі рециркуляції (із залученням фільтрів).

За потреби виконуючі пристрої САУПВС можна вмикати або вимикати в ручному режимі. По закінченні робочої зміни система автоматично вмикається.

Висновки

Розроблена система автоматизованого управління санітарно-гігієнічними параметрами виробничого середовища може бути впроваджена у адміністративних приміщеннях закладів охорони здоров'я для підвищення рівня професійної безпеки та продуктивності праці працівників, що, в свою чергу, досягається за рахунок здійснення постійного контролю і підтримки нормованих значень параметрів санітарно-гігієнічних показників виробничого середовища. А саме, оптимальних мікрокліматичних показників (температури, відносної вологості та швидкості руху повітря), нормованих показників чистоти повітря робочої зони, нормованих показників освітлення робочої зони.

Література

1. Bochkovskyi A.P. (2020). Improvement of risk management principles in occupational health and safety. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 4, 94–104. DOI: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-4/094>.

2. Bochkovskiy A.P. (2020). Elaboration of occupational risks evaluation models considering the dynamics of impact of harmful factors. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 102 (2), 76–85. DOI: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.6777>.
3. Bochkovskiy A. (2018). Actualization of the scientific principles elaboration on evaluating the risks of occupational danger occurrence. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 6, 95–103. DOI: [10.29202/nvngu/2018/14](https://doi.org/10.29202/nvngu/2018/14).
4. Bochkovskiy A.P., & Sapozhnikova N.Yu. (2018). Improving methodology of risk identification of occupational dangerous. *Zernovi produkty i kombikormy*, 18, 4–8. DOI: <https://doi.org/10.15673/gpmf.v18i1.895>.
5. Bochkovskiy A. P. & Sapozhnikova N.Yu. (2020). Actualization and ways to improve of work culture in Ukraine. *Journal of Scientific Papers “Social development and Security”*, 10(4), 42–57. DOI: <https://doi.org/10.33445/sds.2020.10.4.4>.
6. Bochkovskiy A.P., & Sapozhnikova N.Yu. (2022). Development of the concept of proactive occupational health and safety management system at the enterprise. *Labour protection problems in Ukraine*, 38(1–2), 30–38. DOI: <https://doi.org/10.36804/nndipbop.38-1-2.2022.30-38>.
7. Bochkovskiy A.P., & Sapozhnikova N.Yu. (2021). Development of system of automated occupational health and safety management in enterprises. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 107(1), 28 – 41. DOI: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0015.2454>.
8. Bochkovskiy A.P., & Sapozhnikova N.Yu. (2022). Development of system of automated protection of employees from covid-19 and other infections at the enterprise. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 112(2), 70 - 85. DOI: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0016.0705>.
9. Bochkovskiy A.P., & Sapozhnikova N.Yu. (2023). The concept of proactive occupational safety and health management at enterprises. *Labour protection problems in Ukraine*, 39(3-4), 28–35. DOI: <https://doi.org/10.36804/nndipbop.39-3-4.2023.28-35>.
10. Бочковський А.П., & Сапожнікова Н.Ю. (2017). Формалізація системи автоматизованого контролю і підвищення безпеки виробництв. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*, 15, 114–123. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vldubzh_2017_15_17.