



**МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ
УКРАЇНСЬКОЮ, АНГЛІЙСЬКОЮ ТА
ПОЛЬСЬКОЮ МОВАМИ**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

*IV Всеукраїнської
науково–практичної конференції
викладачів та фахівців–практиків*

ОХОРОНА ПРАЦІ: ОСВІТА І ПРАКТИКА

та

*XIV Всеукраїнської
науково–практичної конференції
курсантів, студентів, аспірантів та
ад'юнктів*

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Львів – 2024

Голова:	ПОПОВИЧ Василь – т.в.о. проректора з науково–дослідної роботи Львівського державного університету безпеки життєдіяльності (ЛДУ БЖД), доктор технічних наук, професор АЗЮКОВСЬКИЙ Олександр – ректор Національного технічного університету "Дніпровська політехніка" (НТУ «ДП»), кандидат технічних наук, професор.
Заступники голови:	ДАШКОВСЬКА Олена – старший науковий співробітник відділу науково–методичного забезпечення підвищення якості освіти, Державна наукова установа «Інститут модернізації змісту освіти» МОН України, кандидат хімічних наук, доцент; МАТВІЙЧУК Дмитро – головний редактор ТОВ «Редакція журналу «Охорона праці»; МЕНЬШИКОВА Ольга – заступник начальника навчально–наукового інституту цивільного захисту ЛДУБЖД, кандидат фізико–математичних наук, доцент
Члени оргкомітету:	БЄЛКОВ Анатолій – завідувач кафедри безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», доктор технічних наук, професор; ГОЛІНЬКО Василь – завідувач кафедри охорони праці та цивільної безпеки, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» (НТУ «ДП»), доктор технічних наук, професор; ГОРНОСТАЙ Орислава – доцент кафедри промислової безпеки та охорони праці, ЛДУБЖД, кандидат технічних наук, доцент; ІЛЬЧИШИН Ярослав – викладач кафедри промислової безпеки та охорони праці, ЛДУБЖД, кандидат педагогічних наук; КОБИЛКІН Дмитро – голова ради молодих вчених ЛДУ БЖД, кандидат технічних наук, доцент; МАРИЧ Володимир – старший викладач кафедри промислової безпеки та охорони праці, ЛДУБЖД, кандидат технічних наук, доцент; МІРУС Олександр – завідувач кафедри промислової безпеки та охорони праці, ЛДУБЖД, кандидат хімічних наук, доцент; НАГУРСЬКИЙ Олег – завідувач кафедри цивільної безпеки, Національний університет «Львівська політехніка», доктор технічних наук, професор; СТАНІСЛАВЧУК Оксана – доцент кафедри промислової безпеки та охорони праці, ЛДУБЖД, кандидат технічних наук, доцент; ТЕЛЕГІНА Галина – доцент кафедри промислової безпеки та охорони праці, ЛДУБЖД, кандидат медичних наук, доцент; ФЕДОРЧУК–МОРОЗ Валентина – завідувач кафедри цивільної безпеки, Луцький національний технічний університет, кандидат технічних наук, доцент; ЧЕБЕРЯЧКО Сергій – професор кафедри охорони праці та цивільної безпеки, НТУ «ДП», доктор технічних наук, професор; ЯВОРСЬКА Олена – професор кафедри охорони праці та цивільної безпеки, НТУ «ДП», кандидат технічних наук, доцент; ЯРЕМКО Зіновій – завідувач кафедри безпеки життєдіяльності, Львівський національний університет ім. І.Франка, доктор хімічних наук, професор. РАДА КУРСАНТСЬКОГО ТА СТУДЕНТСЬКОГО САМОВРЯДУВАННЯ ЛДУ БЖД

<p>ОРГАНІЗАТОРИ</p> <p>ВИДАВЕЦЬ</p> <p>Друк</p> <p>Технічний редактор та відповідальний за друк</p> <p>АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:</p> <p>Контактні телефони:</p>	<p>Львівський державний університет безпеки життєдіяльності Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» Інститут модернізації змісту освіти МОН України Науково-виробничий журнал «Охорона праці» Львівський національний університет імені Івана Франка Національний університет «Львівська політехніка» Луцький національний технічний університет</p> <p>Львівський державний університет безпеки життєдіяльності</p> <p>Назарій ПЕТРОЛЮК</p> <p>Орислава ГОРНОСТАЙ Оксана СТАНІСЛАВЧУК</p> <p>ЛДУ БЖД, вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007</p> <p>(032) 233-24-79, тел/факс 233-00-88</p>
<p align="center">Охорона праці: освіта і практика. Проблеми та перспективи розвитку охорони праці: 36. наук. праць IV Всеукраїнської науково-практичної конференції викладачів та фахівців-практиків та XIV Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів, студентів, аспірантів та ад'юнктів. – Львів: ЛДУ БЖД, 2024. – 238 с.</p> <p align="center">Збірник сформовано за науковими матеріалами IV Всеукраїнської науково-практичної конференції викладачів та фахівців-практиків «Охорона праці: освіта і практика» та XIV Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів, студентів, аспірантів та ад'юнктів «Проблеми та перспективи розвитку охорони праці».</p> <p align="center">Збірник містить матеріали таких тематичних секцій:</p> <p>Секція 1. „ОХОРОНА ПРАЦІ: ОСВІТА І ПРАКТИКА Перспективи розвитку напряму “Охорона праці” в сфері освіти. Інтерактивні методи навчання при викладанні дисциплін за напрямом «Охорона праці». Формування ризик-орієнтованого мислення у здобувачів освіти та у працівників підприємств системи управління охороною праці. Оцінка ризиків. Практичний досвід з охорони праці на підприємствах.</p> <p>Секція 2. „ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОХОРОНИ ПРАЦІ ” Стан і перспективи удосконалення системи управління та нагляду за охороною праці і промисловою безпекою. Профілактика виробничого травматизму. Технології контролю і захисту від шкідливих і небезпечних виробничих та екологічних чинників. Забезпечення безпеки і гігієни праці у підрозділах силових та спеціальних структур. Новітні інформаційні технології як інструмент підвищення рівня промислової безпеки. Культура та психологія праці.</p> <p align="right">© ЛДУ БЖД, 2024</p>	
<p>Здано в набір 01.05.2024. Підписано до друку 07.05.2024. Формат 60x84^{1/3}. Папір офсетний. Ум. друк. арк. 14,9. Гарнітура Times New Roman. Друк: ЛДУ БЖД вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007. ldubzh.lviv@dsns.gov.ua</p>	<p>За точність наведених фактів, економіко-статистичних та інших даних, а також за використання відомостей, що не рекомендовані до відкритої публікації, відповідальність несуть автори опублікованих матеріалів. При передрукуванні матеріалів посилання на збірник обов'язкове.</p>

СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ. ОЦІНКА РИЗИКІВ

УДК 697.94(075.8)

ДИФЕРЕНЦІАЛЬНЕ РІВНЯННЯ УПРАВЛІННЯ ПРИПЛИВНО – ВИТЯЖНОЮ СИСТЕМОЮ ВЕНТИЛЯЦІЇ ЗА ВМІСТОМ CO₂ У ПРИМІЩЕННІ

Гембара Т. В., к. т. н., доцент,

доцент кафедри прикладної математики і механіки

Марич В. М., к. т. н., доцент,

старший викладач кафедри промислової безпеки та охорони праці,

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Для математичного моделювання вмісту вуглекислого газу у приміщенні [1-3] з припливно-витяжною вентиляційною системою використали метод усереднених параметрів мікроклімату у будь-якій точці приміщення. Такий метод поширений в інженерній практиці і зручний при використанні розрахунків для програмного управління системою. Дослідили припливно - витяжну систему обмінної вентиляції в приміщенні 20м×10м висотою 3м, де виконують офісну роботу 25 працівників, з початковим вмістом CO₂ 0,02 %. Кожен працівник, наприклад офісу, при основній роботі за комп'ютером видихає 24 літри CO₂ за годину (0,0004 м³ за хвилину) [4]. Приймаючи, що $C=C(t)$ – концентрація CO₂ в 1 м³ повітря в приміщенні в момент часу t , склали рівняння балансу, яке включає приплив CO₂ та його втрати за рахунок роботи вентиляційної системи за проміжок часу dt . Вентиляційна система постачає по припливному каналу з зовнішнього середовища 30 м³ чистого повітря з вмістом 0,02 % CO₂ за хвилину (потужність системи по кожному каналу) і в такому ж об'ємі видаляє по витяжному. Тоді відносний приріст CO₂ протягом часу dt буде:

$$dC = \frac{nV_1 + V_p C_2 - V_p C}{V} dt \quad (1)$$

де n – кількість працівників, V_1 - об'єм CO₂, який видихає працівник на м³, C_2 - концентрація CO₂ на м³ у повітрі, що надходить зовні, V_p – потужність вентиляційної системи, V - об'єм приміщення. Обчисливши швидкість зміни концентрації, отримали рівняння:

$$\frac{dC}{dt} = \frac{nV_1 + V_p C_2 - V_p C}{V} \quad (2)$$

Таке рівняння є лінійним диференціальним рівнянням і підставивши приведені параметри розглянутого дослідження, отримаємо диференціальне рівняння для вказаної системи:

$$\frac{dC}{dt} = 0,000027 + 0,05C, \quad (3)$$

Звівши лінійне рівняння (3) до двох рівнянь з відокремленими змінними, отримали його загальний розв'язок:

$$C(t) = 0,000533 + De^{-0,05t}, \quad (4)$$

де D – довільна стала. Для отримання частинного розв'язку задачі прийняли початкову умову при $t=0$ саме таку, щоб значення концентрації співпадало з відповідним значенням зовнішнього середовища, що означало б, наприклад початок робочого дня $C(0) = 0,0002$.

Підставивши дані початкової умови в (4), знайшли значення D і в результаті з (4) отримали розрахункову формулу для обчислення концентрації ;

$$C(t) = 0,000533 + -0,00033e^{-0,05t}, \quad (5)$$

а отриманий вираз вказує на вихід системи на стаціонарне значення концентрації з плином часу. Чисельний експеримент показав, що незважаючи на роботу вентиляторів, вміст CO_2 в приміщенні від умовного початку робочого дня, через 15 хвилин зростає до 0,038%, 30 хв.- до 0,046%, 60 хв. – до 0,052%, 120 хв. – до 0,053% і далі практично не зростає та залишається на одному рівні, що задовільняє санітарним вимогам. Встановили можливість зменшення потужності системи вдвічі, до 15 м^3 на хвилину за допомогою аналогічного обчислювального алгоритму, використавши рівняння (2) і обчисливши відповідні числові значення для коефіцієнтів рівнянь (3-5). В результаті отримали зростання вмісту CO_2 через 120 хв. – до 0,083%, а вихід на стаціонарний режим порівняно з попереднім прикладом зріс до 240хв. на рівень 0,087%.

Список використаних джерел:

1. Babu T. P. Ashok; Sriram G. S.; Vadvadgi, Aneesh S.; and Siddeshwar Ravindra, Air Flow Modeling in a Mechanically Ventilated Room (2008), *International Refrigeration and Air Conditioning Conference*. Paper 971. <http://docs.lib.purdue.edu/iracc/971>
2. M. Macarulla, M. Casals, M. Carnevali, N. Forcada, M. Gangoells, Modeling indoor air carbon dioxide concentration using grey-box models, *Build. Environ.* 117 (2017) 146–153. doi:10.1016/j.buildenv.2017.02.022.
3. Mintser O. P., Shchukin V. S. . Informative evaluations of the value of the CO_2 ratio in the physiology of breathing. *Medical Informatics and Engineering*, (1-2) (2023), 44–56. <https://doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2023.1-2.13962/>
4. Вовк Н. Про якість повітря в приміщенні та її вплив на самопочуття людини [Кондиціонування та вентиляція](https://awtherm.com.ua/search/results), 2020-11-25, <https://awtherm.com.ua/search/results>.