



КІБЕР
ПОЛІЦІЯ
НАЦІОНАЛЬНА ПОЛІЦІЯ
УКРАЇНИ



EMBROX
SOLUTIONS



LVIV IT
CLUSTER

softserve



UnderDefense

UKRAINIAN
RUST
COMMUNITY



ІНФОРМАЦІЙНА БЕЗПЕКА ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Збірник тез доповідей
VII Всеукраїнської
науково-практичної конференції

27 листопада 2025 року

м. Львів

МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БЕЗПЕКИ
ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ПРИВАТНИЙ ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ІТ СТЕП УНІВЕРСИТЕТ»

ІНФОРМАЦІЙНА БЕЗПЕКА ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Збірник тез доповідей
VII Всеукраїнської науково-практичної конференції

27 листопада 2025 року

Львів – 2025

ББК 32.81+78.362

Інформаційна безпека та інформаційні технології: збірник тез доповідей VII Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Львів, 27 листопада 2025 року. Львів, ЛДУ БЖД, 2025, 499 с.

РЕДКОЛЕГІЯ:

Василь ПОПОВИЧ – доктор технічних наук., професор, проректор з наукової роботи, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Олександр ПРИДАТКО – кандидат технічних наук, доцент, проректор з навчально-методичної роботи Львівського державного університету безпеки життєдіяльності

Роман ЯКОВЧУК – доктор технічних наук, доцент, начальник навчально-наукового інституту цивільного захисту, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Ольга МЕНЬШИКОВА – кандидат фізико-математичних наук, доцент, заступник начальника навчально-наукового інституту цивільного захисту, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

БУРАК Назарій Євгенович – кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри інформаційних технологій та систем електронних комунікацій, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

ІВАНУСА Андрій Іванович – кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри управління інформаційною безпекою, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

НАЗАР Юлія Сергіївна – доктор філософії, заступник начальника кафедри інформаційних технологій та систем електронних комунікацій Львівського державного університету безпеки життєдіяльності

ХЛЕВНОЙ Олександр Вікторович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій та систем електронних комунікацій Львівського державного університету безпеки життєдіяльності

СМОТР Ольга Олексіївна – кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри інформаційних технологій та систем електронних комунікацій Львівського державного університету безпеки життєдіяльності

БОРЗОВ Юрій Олексійович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій та систем електронних комунікацій Львівського державного університету безпеки життєдіяльності

ГОЛОВАТИЙ Роман Русланович – кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій та систем електронних комунікацій Львівського державного університету безпеки життєдіяльності

ПИЛИПЕНКО Володимир Миколайович – старший викладач кафедри інформаційних технологій та систем електронних комунікацій Львівського державного університету безпеки життєдіяльності

ЖЕЗЛО-ХЛЕВНА Наталія Володимирівна – викладач кафедри інформаційних технологій та систем електронних комунікацій Львівського державного університету безпеки життєдіяльності

РАЙТА Діана Анатоліївна – старший викладач кафедри інформаційних технологій та систем електронних комунікацій Львівського державного університету безпеки життєдіяльності

ДОВБНЯК Віра Йосипівна – викладач кафедри інформаційних технологій та систем електронних комунікацій Львівського державного університету безпеки життєдіяльності

ПОЛОТАЙ Орест Іванович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри управління інформаційною безпекою, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

БАЛАЦЬКА Валерія Сергіївна – викладач кафедри управління інформаційною безпекою, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

ТКАЧУК Ростислав Львович – доктор технічних наук, професор, професор кафедри управління інформаційною безпекою, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

За точність наведених фактів, самостійність наукового аналізу та нормативність стилістики викладу, а також за використання відомостей, що не рекомендовані до відкритої публікації відповідальність несуть автори опублікованих матеріалів.

УДК 532.5.6

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ ПРИПЛИВНО-ВИТЯЖНОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ ПРИМІЩЕНЬ

Софія РЕВУЦЬКА, Тарас ГЕМБАРА

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів

Анотація. Розроблена математична модель динаміки концентрації вуглекислого газу (CO_2) у закритому приміщенні з урахуванням неоднорідних джерел виділення. Модель враховує наявність постійних працівників та змінну кількість відвідувачів, чисельність яких описано періодичною (синусоїдальною) функцією часу та за статистичними законами. Для опису процесу масообміну використано рівняння балансу концентрації CO_2 з урахуванням припливу зовнішнього повітря та інтенсивності внутрішніх джерел та програмне забезпечення Scilab.

Ключові слова: математична модель, вуглекислий газ, статистичні закони, Scilab програми.

Abstract. A mathematical model has been developed for the dynamics of carbon dioxide (CO_2) concentration in an enclosed space, taking into account non-uniform emission sources. The model accounts for the presence of permanent staff and a variable number of visitors, whose number is described both by a periodic (sinusoidal) function of time and by statistical laws. The mass transfer process is described using a CO_2 concentration balance equation that incorporates the supply of outdoor air and the intensity of internal sources, and is implemented in the Scilab software environment.

Keywords: mathematical model, carbon dioxide, statistical laws, Scilab software.

Концентрація вуглекислого газу (CO_2) у закритих приміщеннях є одним із основних інтегральних показників якості внутрішнього повітря. Перевищення допустимих значень концентрації CO_2 (близько 1000 ppm для тривалого перебування людей згідно з нормами вентиляції) призводить до погіршення самопочуття, зниження працездатності, появи головного болю та відчуття задухи [1-3]. Тому на етапі проектування та експлуатації систем вентиляції важливо мати надійні інструменти для прогнозування динаміки концентрації CO_2 . Особливо важливим є кількісний аналіз нестационарної концентрації CO_2 у захисних спорудах цивільного захисту, в яких під час військового військового стану є ризики порушень нормальної роботи припливно-витяжних систем вентиляції через припинення електропостачання, з іншого боку цілком автономні системи мають обмежений енергетичний ресурс.

Для математичного моделювання вмісту вуглекислого газу у приміщенні з припливно-витяжною вентиляційною системою використали метод усереднених параметрів мікроклімату у будь-якій точці приміщення [1]. Приймавши, що $C = C(t)$ – концентрація CO_2 в 1 м^3 повітря в приміщенні в момент часу t , склали рівняння балансу, яке включає приплив CO_2 та його втрати за рахунок роботи вентиляційної системи за проміжок часу dt . Отже математична модель базується на диференціальному співвідношенні [2], яке описує відносний приріст CO_2 протягом часу dt :

$$dC = \frac{n_0 V_1 + V_p C_2 - V_p C}{V} dt, \quad (1)$$

де n_0 – кількість людей, V_1 – об'єм CO_2 , який видихає людина на м^3 , C_2 – концентрація CO_2 на м^3 у повітрі, що надходить зовні, V_p – потужність вентиляційної системи, V – об'єм приміщення. Дослідили припливно-витяжну систему обмінної вентиляції в приміщенні $20\text{м} \times 10\text{м}$ висотою 3м , де перебувають 25 людей (кількість людей не змінюється, що вважаємо стаціонарним режимом), з початковим вмістом CO_2 $0,02\%$. Кожна людина видихає 24 літри CO_2 за годину. Вентиляційна система постачає по припливному каналу з зовнішнього середовища 15 м^3 чистого повітря з вмістом $0,02\%$ CO_2 за хвилину (потужність системи по кожному каналу) і в такому ж об'ємі видаляє по витяжному. Співвідношення (1) зводиться до лінійного диференціального рівняння з відповідними початковими умовами, розв'язавши яке, отримали його частковий розв'язок. В результаті чисельного експерименту отримали зростання вмісту CO_2 через 120 хв. – до $0,083\%$, а вихід на стаціонарний режим складає 240 хв. на рівень $0,087\%$, а такий вміст вже порівняно не є задовільним. Тому встановили можливість збільшення потужності системи вдвічі, до 30 м^3 на хвилину за допомогою аналогічного обчислювального алгоритму. Отримали, що незважаючи на роботу вентиляторів, вміст CO_2 в приміщенні від умовного початку, 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, а таку якість повітря, наприклад в захисній споруді, можна вважати задовільною. Розглянули складніший випадок, якщо наявна кількість людей в приміщенні n змінюється з часом і є функцією $n=n(t)$, що відповідає нестационарному режиму роботи системи. На рис. 1 представлено результати обчислень на основі створеного Scilab-коду. Для верифікації математичної моделі необхідно порівнювали результати розрахунків із експериментальними даними для тільки для сценаріїв А та В, похибка не перевищувала 10% . Для цього був використаний багатофункціональний прилад Xintest НТ-2000, який поєднує функції детектора CO_2 , термогігрометра та вбудованого логера. Прилад має достатню точність через використання NDIR-сенсора, робота якого ґрунтується на вибірковому поглинанні інфрачервоного випромінювання молекулами CO_2 у вузькій спектральній області. Також проведені розрахунки (рис. 1) для $n=n(t)$ періодичної (за законом синуса) сценарій С, та за статистичним законом (за Марковською моделлю). Порівняння результатів свідчить про важливість врахування нестационарного закону для $n(t)$.

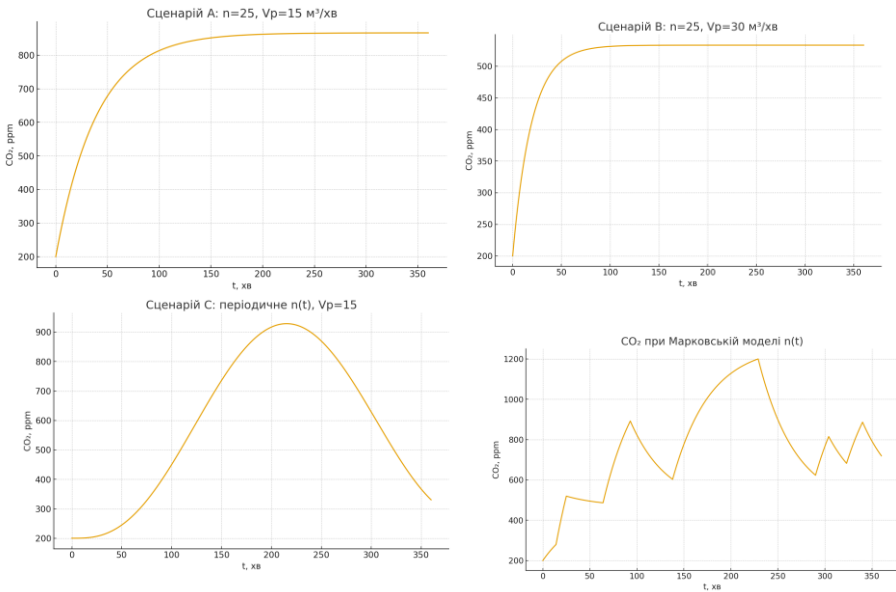


Рисунок 1 – Результати програмних розрахунків в середовищі Scilab за різними сценаріями.

Література

1. Гембара Т. В., Марич В. М. Диференціальне рівняння управління припливно – витяжною системою вентиляції за вмістом CO₂ у приміщенні. Зб. наук. праць IV Всеукраїнської науково–практичної конференції викладачів та фахівців–практиків «Охорона праці: освіта і практика» –Львів: ЛДУ БЖД, травень 2024, С.34-35.
2. Гембара Т. В., Марич В. М., Трусевич О.М. Математичне моделювання роботи системи припливно – витяжної вентиляції в стаціонарному та нестаціонарному режимах. Зб. наук. праць V Всеукраїнської науково–практичної конференції викладачів та фахівців–практиків «Охорона праці: освіта і практика» –Львів: ЛДУ БЖД, травень 2025, С.79-81.
3. Persily A.K., de Jonge L. Carbon dioxide generation rates for building occupants // Indoor Air. – 2017. – 27(5). – P. 868–879.