



pesconf.nuczu.edu.ua

ПРОБЛЕМИ
НАДЗВИЧАЙНИХ
СИТУАЦІЙ

Civil Security
Цивільна безпека

International Scientific
Applied Conference
"PROBLEMS
OF EMERGENCY SITUATIONS"

Chemical Technology and Engineering
Хімічна технологія та інженерія

Physics and Materials Science
Фізика та матеріалознавство

Applied Geometry, Engineering Graphics and Information Technology
Прикладна геометрія, інженерна графіка та інформаційні технології

Cherkasy



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ



Міжнародна
науково-практична конференція

**Проблеми
надзвичайних
ситуацій**

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Черкаси
21 травня 2026 року

Редакційна колегія

Ігор ТОЛОК, к.пед.н., доцент, лауреат Державної премії України в галузі освіти, Заслужений працівник освіти України, Національний університет цивільного захисту України;

Юрій БОГУРСЬКИЙ, начальник Управління освіти, науки та спорту Державної служби України з надзвичайних ситуацій;

Олександр ДЖУЛАЙ, к.т.н., доцент, Національний університет цивільного захисту України;

Євгеній РИБКА, д.т.н., професор, Національний університет цивільного захисту України;

Роман ПОНОМАРЕНКО, д.т.н., професор, Національний університет цивільного захисту України;

Руслан МЕЛЕЩЕНКО, д.т.н., професор, Національний університет цивільного захисту України;

Олександр ПОПОВ, д.т.н., професор, член-кореспондент Національної академії наук України, Центр інформаційно-аналітичного та технічного забезпечення моніторингу об'єктів атомної енергетики Національної академії наук України;

Валентин МЕЛЬНИК, к.т.н., доцент, Національний університет цивільного захисту України;

Володимир АНДРОНОВ, д.т.н., професор, Заслужений діяч науки і техніки України, Національна академія Національної гвардії України;

Василь ПЕТРУК, д.т.н., професор, Заслужений природоохоронець України, Вінницький національний технічний університет;

Jenq-Renn CHEN, PhD, Professor, National Kaohsiung University of Science and Technology (Taiwan);

Юрій ОТРОШ, д.т.н., професор, Національний університет цивільного захисту України;

Andy DUNCAN, International Committee of the Red Cross (Switzerland);

Юлія ДАНЧЕНКО, д.т.н., професор, Національна академія Національної гвардії України;

Wolfgang Karl-Heinz REICH, Joint Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Defence Centre of Excellence (Czech Republic);

Вадим НІЖНИК, д.т.н., професор, Національний університет цивільного захисту України;

Luca ROMANO, Avvocato dell'Atomo (Italy);

Оксана КИРИЧЕНКО, д.т.н., професор, Національний університет цивільного захисту України;

Dieter ROTHBACHER, CBRN Protection GmbH (Austria);

Микола СУР'ЯНИНОВ, д.т.н., професор, Одеська державна академія будівництва та архітектури;

Erika SUZUKI, Gamma Reality Inc. (USA);

Konstantinos SOTIRIADIS, Institute of Theoretical and Applied Mechanics of the Czech Academy of Sciences (Czech Republic);

Андрій БАМБУРА, д.т.н., професор, ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій»;

Oksana TELAK, DSc, Main School of Fire Service (Poland);

Марія БАРАБАШ, д.т.н., професор, ТОВ «ЛІРА-САПР», Державне некомерційне підприємство «Державний університет «Київський авіаційний інститут»;

Oleh TURUTANOV, PhD, Comenius University (Slovakia);

Сергій БЛИК, д.т.н., професор, Київський національний університет будівництва і архітектури;

Денис ГРЕЦЬКИЙ, к.т.н., доцент, Черкаський державний технологічний університет;

Василь ГОЛІНЬКО, д.т.н., професор, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»;

Олександр ГОЛОДНОВ, д.т.н., професор, Національний авіаційний університет;

Rajnai ZOLTÁN, DSc, Professor, Óbuda University (Hungary);

Богдан ДЕМЧИНА, д.т.н., професор, Національний університет «Львівська політехніка»;

Laura COCHRANE, Emergent Countermeasures International Limited Company (United Kingdom);

Lucia FIGULI, PhD., Armed Forces Academy of General Milan Rastislav Štefánik (Slovakia);

Андрій КОНДРАТЬЄВ, д.т.н., професор, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова.

Відповідальний секретар: **Ніна РАШКЕВИЧ**, PhD, Національний університет цивільного захисту України.

Секретарі: **Ірина МЕЛЬНИК**, **Едуард ШОЛОКОВ**, **Владислав ЛОМАКІН**, **Вікторія ДАГІЛЬ**, **Людмила АНДРЕЄВА**, Національний університет цивільного захисту України.

Problems of Emergency Situations: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Черкаси: НУЦЗ України, 2026. 566 с.

У збірнику включено матеріали міжнародної науково-практичної конференції «**Problems of Emergency Situations**», яка відбулася на базі Національного університету цивільного захисту України, за такими тематичними напрямками: запобігання надзвичайним ситуаціям; моніторинг та управління у сфері цивільного захисту; реагування на надзвичайні ситуації та ліквідація їх наслідків; хімічні технології та інженерія, радіаційний та хімічний захист; екологічна безпека та охорона праці.

Рекомендовано до друку вченою радою навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки (протокол № 3 від 24.03.2026 р.).

РОЗРАХУНКОВІ МЕТОДИ ТА ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ КОНЦЕНТРАЦІЇ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ В ПРИМІЩЕННЯХ З СИСТЕМОЮ ПРИПЛИВНО-ВИТЯЖНОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ

Гембара Т. В., к.т.н., доцент

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Концентрація вуглекислого газу (CO₂) у закритих приміщеннях є одним із основних інтегральних показників якості внутрішнього повітря. Перевищення допустимих значень концентрації CO₂ (близько 1000 ppm для тривалого перебування людей згідно з нормативними документами) призводить до погіршення самопочуття, зниження працездатності, появи головного болю та відчуття задухи, а значні перевищення можуть привести до патологічних захворювань, і навіть летальних наслідків [1]. Контроль концентрації особливо важливий в умовах воєнного стану, коли тривалість перебування населення в закритих захисних спорудах цивільного захисту передбачити неможливо. Тому на етапі проектування та експлуатації систем вентиляції важливо мати надійні методики для прогнозування динаміки концентрації CO₂. Впливати на таку динаміку можна лише вибором режимів роботи припливно-витяжної вентиляції, або інтенсивності джерел виділення вуглекислого газу.

Для математичного моделювання вмісту вуглекислого газу у приміщенні з припливно-витяжною вентиляційною системою використали метод усереднених параметрів мікроклімату у будь-якій точці приміщення [1]. Приймаючи, що $C=C(t)$ – концентрація CO₂ в 1 м³ повітря в приміщенні в момент часу t , отримаємо рівняння балансу, яке включає приплив CO₂ та його втрати за рахунок роботи вентиляційної системи за проміжок часу dt . Отже математична модель базується на диференціальному співвідношенні [2, 3], яке описує відносний приріст CO₂ 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 CO₂, який видихає людина на м³, C_2 – концентрація CO₂ на м³ у повітрі, що надходить зовні, V_p – потужність вентиляційної системи, V – об'єм приміщення. В результаті теоретичних досліджень [2, 3] отримано ряд диференціальних рівнянь для стаціонарних та нестаціонарних випадків перебування людей в приміщеннях. У нестаціонарних випадках розглянуто періодичні та стохастичні (які враховують випадковий характер) функції, які вводяться замість параметра n_0 . Отримані на основі моделі дані розрахунків графічно показують динаміку зміни концентрації, що дозволяє визначати час досягнення допустимих значень.

Для отримання експериментальних даних значень концентрації CO₂ та верифікації даних розрахунків використаний багатофункціональний прилад Xintest HT-2000, який поєднує функції детектора CO₂, термогігрометра та вбудованого логера (реєстратора даних). Прилад призначений для моніторингу параметрів мікроклімату в приміщеннях, його технічні характеристики: діапазон вимірювання концентрації CO₂ 0–9999 ppm, тип сенсора високоточний NDIR (вимірювання ґрунтується на вибіркового поглинанні інфрачервоного випромінювання молекулами CO₂ у вузькій спектральній області), інерційність до 10 с, діапазон вимірювання температури від –10 до +70 °C ±0,6 °C, діапазон вимірювання відносної вологості: 0,1–99,9 % ±3 %, об'єм пам'яті логера: 12700. Через USB кабель дані вимірювань передавались на ПК, і за

допомогою спеціального програмного забезпечення NT Communication інформація представлялась файлами числових даних вимірювань та графічно (рис. 1).

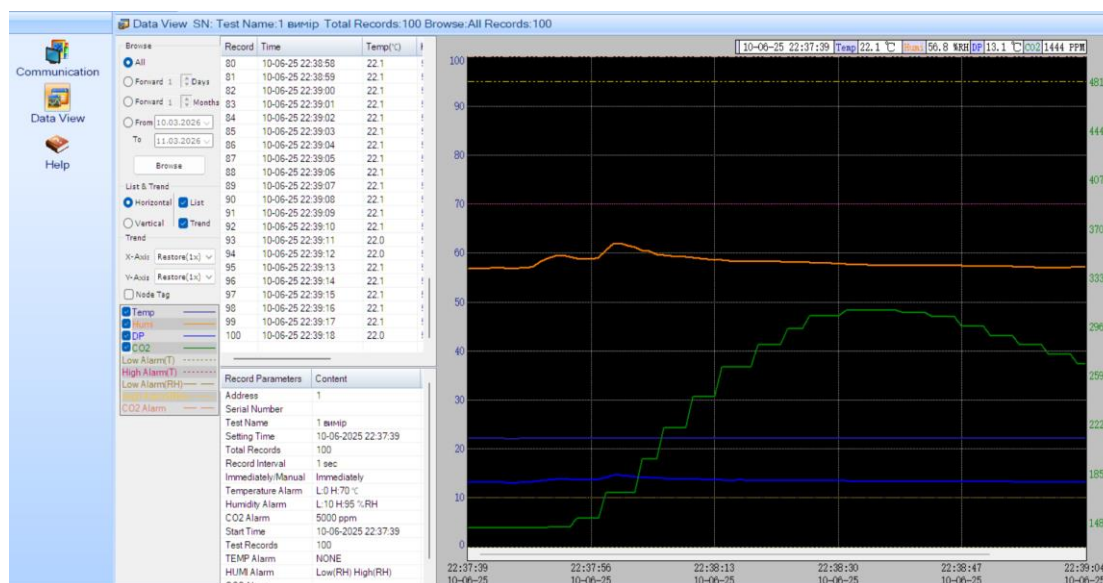


Рисунок 1 – Вікно програми: графіки вологості (оранжевий), концентрації CO₂ (зелений), температури (синій); пряма синя лінія – точка роси

Випробування проведено в навчальних аудиторіях та захисній споруді цивільного захисту, в стаціонарному режимі. В окремих аудиторіях працювала примусова вентиляція (рекуператори), а випробування проведено і в нестаціонарному режимі, але тільки періодичного типу. Порівняння теоретичних результатів розрахунків (для складних диференціальних рівнянь в програмі Scilab) з експериментальними показало відхилення не більше 15 % для стаціонарних режимів і 20 % для нестаціонарних режимів. Результати дослідження можуть бути використані для розробки рекомендацій щодо проектування та оптимізації систем вентиляції в офісних, навчальних та громадських будівлях, а також для подальших досліджень, пов'язаних із урахуванням додаткових факторів (температура, вологість тощо).

ЛІТЕРАТУРА

1. Persily, A. K., De Jonge, L. (2017). Carbon dioxide generation rates for building occupants. *Indoor Air*. 27. 5. 868–879.
2. Гембара Т. В., Марич В. М. Диференціальне рівняння управління припливно-витяжною системою вентиляції за вмістом CO₂ у приміщенні. *Охорона праці: освіта і практика* : зб. наук. пр. IV Всеукр. наук.-практ. конф. викладачів та фахівців-практиків, Львів, трав. 2024 р. Львів : ЛДУ БЖД, 2024. С. 34–35.
3. Гембара Т. В., Марич В. М., Трусевич О. М. Математичне моделювання роботи системи припливно-витяжної вентиляції в стаціонарному та нестаціонарному режимах. *Охорона праці: освіта і практика* : зб. наук. пр. V Всеукр. наук.-практ. конф. викладачів та фахівців-практиків, Львів, трав. 2025 р. Львів : ЛДУ БЖД, 2025. С. 79–81.

Наукове видання

«Problems of Emergency Situations»

*Матеріали
Міжнародної науково-практичної конференції
21 травня 2026 року*

Problems of Emergency Situations: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Черкаси: Національний університет цивільного захисту України, 2026. 566 с.

*За зміст вміщених у збірник матеріалів
персональну відповідальність несуть автори*

Відповідальний за випуск Ю. А. Отрош, Н. В. Рашкевич
Технічні редактори Н. В. Рашкевич, Л. І. Андрєєва, І. В. Мельник, Е. Е. Щолоков

Підписано до друку 24.03.2026 Формат А4 (60 x 84 1/8)
Гарнітура Times New Roman.
Обл.-вид. арк. 37,31. Ум. друк. арк. 64,75

Надруковано ФОП» Супрун Т. О.
Дата та номер запису в Єдиному державному реєстрі
23.09.2024 р. № 201035000000647670
Україна, 61007 м. Харків, вул. Миру, 32.
Тел. 096 132 53 75