

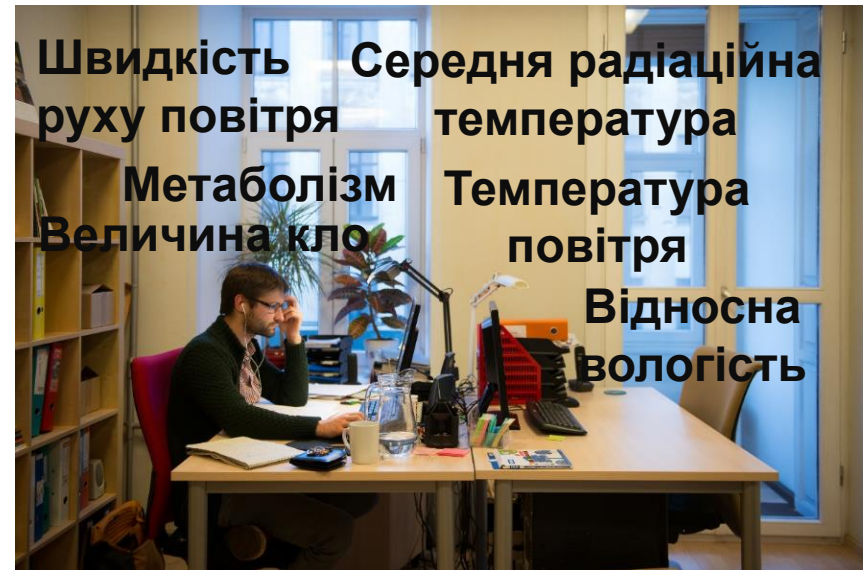
**КШ ім. Ігоря Сікорського
Інститут енергозбереження та
енергоменеджменту
Кафедра теплотехніки та енергозбереження**

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ
ПОВІТРЯ ТА ПОВІТРООБМІНУ В ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ
ТА ЖИТЛОВИХ БУДІВЛЯХ**

к.т.н., старший викладач Інна Білоус

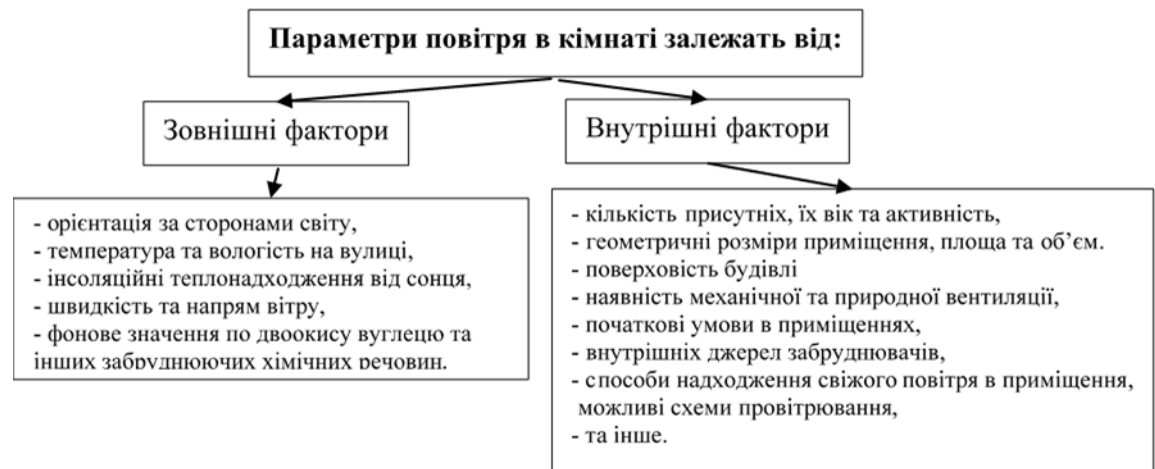
Умови комфорту

Якість повітря та внутрішня температура



Вентиляція:

- Призначена для забезпечення свіжим повітрям головних кімнат та/або витяжки забрудненого повітря із службових приміщень
- Можна забезпечувати механічним шляхом та природними силами
- Може бути або не бути частиною системи кондиціонування повітря
- Може бути централізованою або локальною



Експериментальна частина

Вимірювались:

- температури та відносна вологість на вулиці та в класах;
- швидкість та напрямок вітру на вулиці;
- концентрація CO₂ на вулиці / фон;
- розклад перебування людей та їх кількість в класах;
- тип фізичної активності людей;
- необхідний оптимальний рівень CO₂.

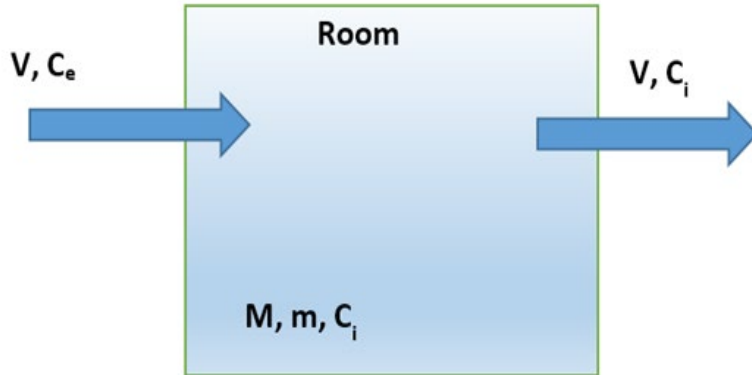


Рис 2. Прилади: 1 – TR-75Ui, 2 – LM-8000, 3 – Eco Dist Plus, 4 – пірометр

Для вимірювань було використано: комплексний прилад Регістратор CO₂ TR-75Ui (див. рис. 1) з діапазоном вимірювань CO₂: 0...9999 ppm, температури: 0...55°C, відносної вологості: 10...95% RH. Для дублювання температур повітря та відносної вологості було використано термісторний електронний комплексний прилад LM-8000 з діапазоном вимірювань температур –20°C ... +65°C і відносної вологості - 10...95% RH, а також пірометр GM320 з діапазоном вимірювань –50°C ... +380°C для вимірювань поверхонь стін, підлоги, стелі, вікон та радіаторів опалення. Для вимірювання площі та об'єму класів було використано лазерний дальномір Eco Dist Plus з можливістю вимірювати до 30 м і точністю ±1мм, та вбудованою функцією розрахунку площі та об'єму.

Обробка результатів експериментальних досліджень

на основі балансів повітряних потоків та концентрацій CO₂ в приміщенні



$CO_{2\ out}$ – концентрація CO₂ в припливному повітрі, $\frac{\text{г}}{\text{м}^3}$;

$CO_{2\ int0}, CO_{2\ int}$ – початкова та кінцева концентрація CO₂ в приміщенні, відповідно, $\frac{\text{г}}{\text{м}^3}$;

m – виділення CO₂ в приміщенні, $\frac{\text{г}}{\text{год}}$;

M – маса CO₂ в приміщенні, що залежить від часу τ , г;

V – повітрообмін, $\frac{\text{м}^3}{\text{год}}$;

V_k – об'єм кімнати, м³.

Експериментальні дані зміни концентрації CO₂ в приміщенні в часі оброблялися рівнянням:

$$CO_{2\ int} = \frac{m}{V} + CO_{2\ out} + \left(CO_{2\ int0} - \left(\frac{m}{V} + CO_{2\ out} \right) \right) e^{-\frac{V}{V_k} \tau},$$

Визначення повітрообміну в навчальному класі школи 3

Проводилися 10 хв. виміри концентрації CO₂ в репрезентативних класах протягом трьох занять та двох перерв.

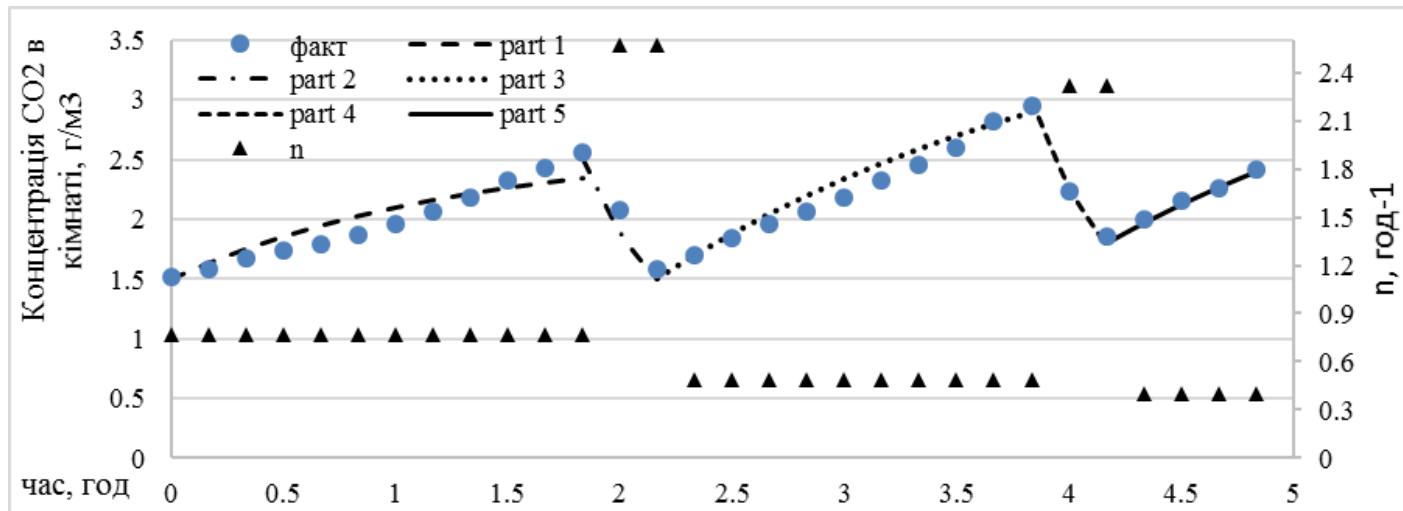


Рис. 4. Зміна внутрішньої концентрації CO₂ та кратності повітрообміну в навчальному класі школи 3

Таблиця 1. Результати дослідження кратності повітрообміну в шкільному класі

Період	Область на графіку	Кратність, год ⁻¹
Заняття	part 1,3,5	0.5...0.75
Перерви	part 2,4	2.9...3.5

Визначення повітрообміну в навчальному корпусі КП

Проводилися 15 хв. виміри концентрації CO₂ в двох навчальних аудиторіях.

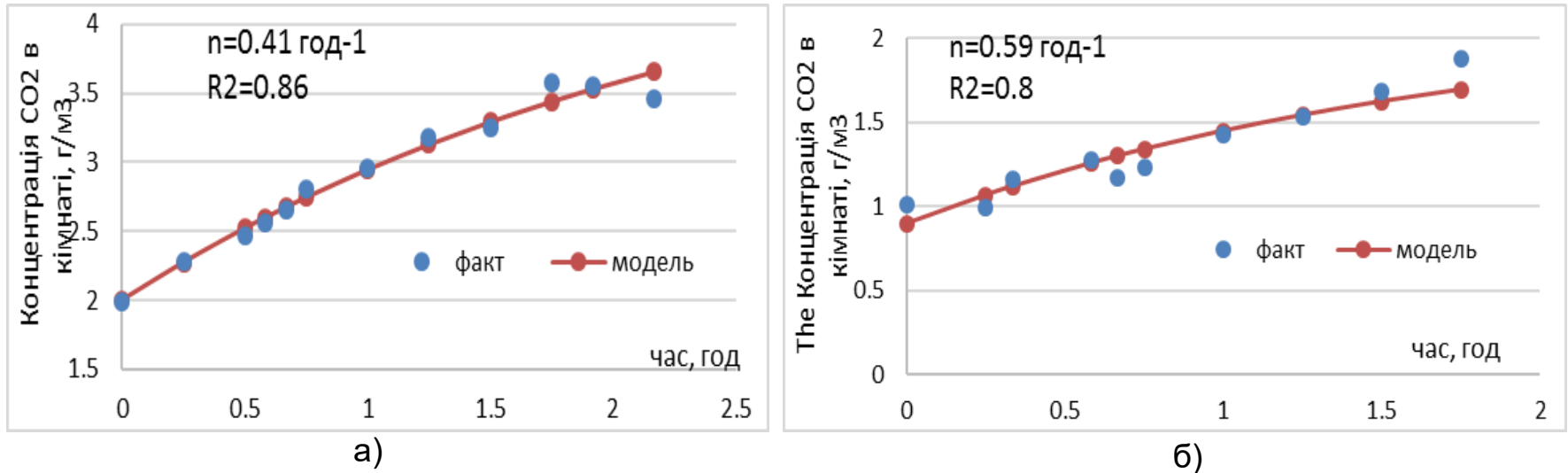


Рис. 4. Повітрообмін для приміщень розташованих на 3 поверсі (а) і 1 поверсі (б) південної орієнтації

Результати дослідження кратності повітрообміну в навчальних аудиторіях:

- в період закритих дверей **0.4...0.6 год⁻¹**;
- при відкритих дверях **0.95 год⁻¹**.

Визначення повітрообміну в житловому приміщенні

Житлове приміщення	Поверх розміщення	Теплоізоляція стін	Теплотехнічні характеристики вікон
Двокімнатна квартира	4	Відповідають сучасним вимогам	

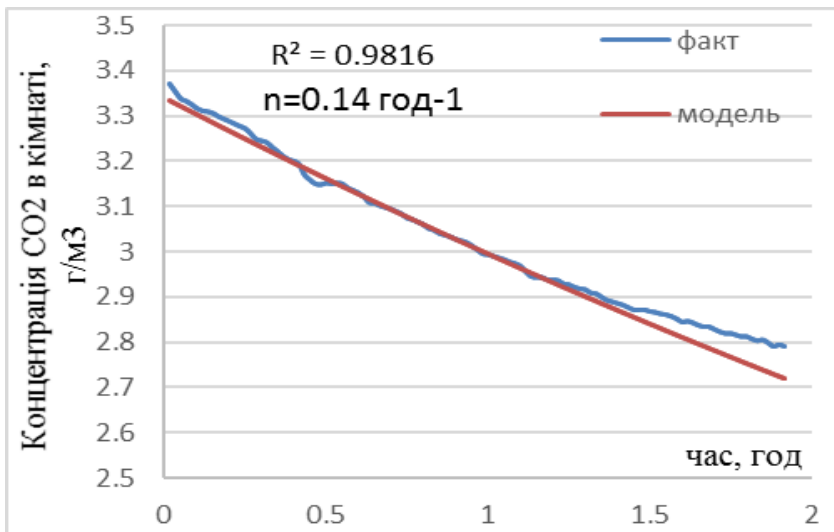
Виміри концентрації CO₂ фіксувалися з кроком 1 хв. в двох жилих кімнатах та кухні:

- 1) з та без додаткових внутрішніх виділень CO₂;
- 2) з та без мікропровітрювання в кімнатах.

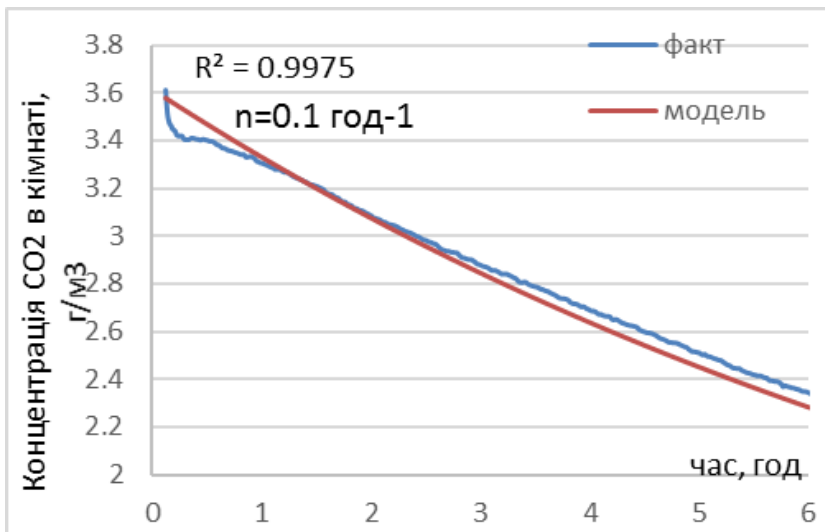
Таблиця 2. Результати дослідження кратності повітрообміну в кімнатах квартири

Приміщення	Кратність при закритих вікнах та дверях, год ⁻¹	Кратність за умови мікропровітрювання, год ⁻¹
Кімната 1	0.14	1.4
Кімната 2	0.1	0.73
Кухня	0.3	1.4...1.5

Визначення повітрообміну в житловому приміщенні

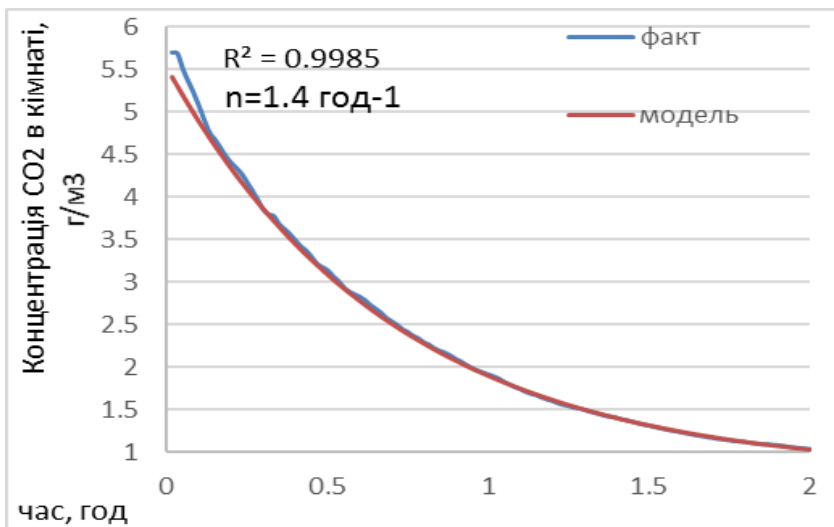


а)

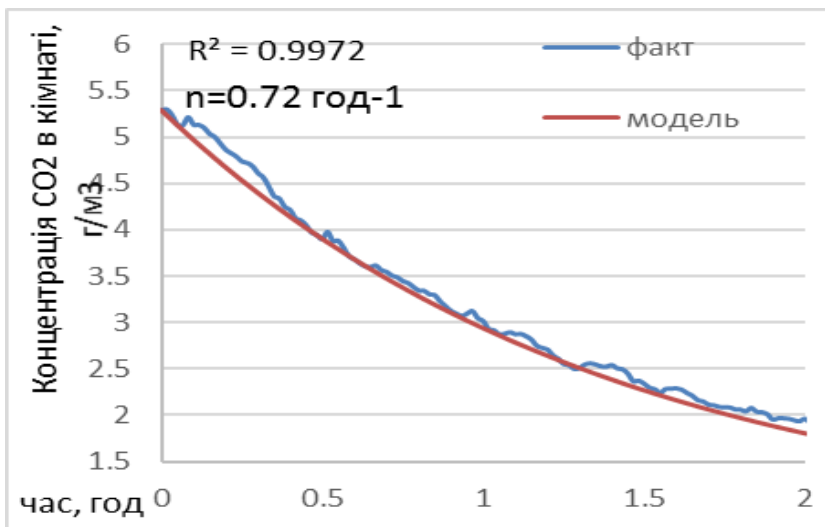


б)

Рис. 5 Повітрообмін в кімнаті 1 (а) та кімнаті 2 (б) без провітрювання



а)



б)

Рис. 6 Повітрообмін в кімнаті 1 (а) і кімнаті 2 (б) з мікропровітрюванням

Визначення повітрообміну в житловому приміщенні

Переривчастий режим роботи витяжки у приміщенні кухні.

В період відсутності роботи витяжки та закритому вікні кратність повітрообміну становить **0.15 год⁻¹**.

В період роботи витяжки при закритому вікні кратність повітрообміну становить **1.4...1.5 год⁻¹**.

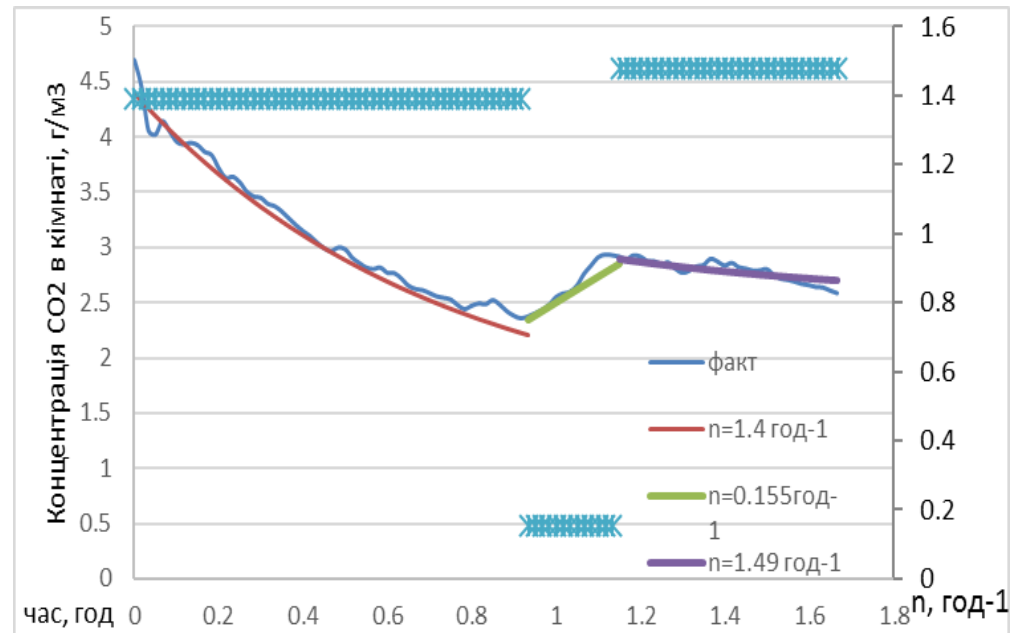


Рис. 7. Зміна концентрації CO₂ на кухні для різних експлуатаційних режимів витяжної системи

Висновки

Проведено дослідження якості повітря та повітрообміну на основі натурних експериментів в чотирьох закладах освіти та житловому будинку м. Києва. Встановлено, що:

- 1) Експериментальне дослідження локальної фонові концентрації CO_2 є майже постійним в часі та становить біля 450 ppm .
- 2) Концентрація CO_2 протягом занять зростає майже в 2 рази та перевищує норму на $700-1100 \text{ ppm}$.
- 3) Концентрація CO_2 в приміщеннях більш чутлива від кількості присутніх ніж від природного повітрообміну.
- 4) Кратність повітрообміну для навчального корпусу ВНЗ знаходиться в діапані $0.3-0.7 \text{ год}^{-1}$.
- 5) За умови відсутності штучного провітрювання або механічної вентиляції кратність повітрообміну житлового приміщення знаходиться на рівні $0.1 \dots 0.155 \text{ год}^{-1}$, в той час як за умови наявності мікропровітрювання в кімнатах кратність повітрообміну на рівні $0,73 \dots 1,4 \text{ год}^{-1}$.

Використання експериментально-розрахункових значень кратності повітрообміну дозволить більш точно наблизити результати математичного моделювання енергетичних характеристик будівель до реальних умов та підібрати оптимальний графік управління інженерними мережами будівлі.

Дякую за увагу!