ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів та студентів



МАТЕМАТИКА, ЩО НАС ОТОЧУЄ: МИНУЛЕ, СУЧАСНЕ, МАЙБУТНЄ

Львів 2026

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

д.т.н., професор	**Василь Попович**
к.ф.-м.н., доцент	**Ольга Меньшикова**
д. фіз.-мат. н., професор	**Роман Тацій**
к. т. н., доцент	**Тарас Гембара**
д.т.н., професор	**Лідія Дзюба**
к. фіз. -мат. наук, доцент	**Оксана Карабин**
к. пед. наук, доцент	**Мирослава Кусій**
к. фіз. -мат. наук, доцент	**Оксана Трусевич**
к. фіз. -мат. наук, доцент	**Оксана Чмир**
	Іванна Сов'як
	Ольга Чопик
	Марта Маланчук

Література

1. Bishop R. H. Mechatronics: an introduction. CRC Press, 2021. 285 p.
2. Craig J. J. Introduction to Robotics: Mechanics and Control. 3rd ed. Pearson Prentice Hall, 2005. 408 p.
3. Петров О. В., Семенов В. Г. Лінійна алгебра для інженерів. Х.: Видавництво ХПІ, 2021.
4. Літнарович Р.М. Алгебра матриць. Курс лекцій. МЕГУ. Рівне, 2007. 112 с.
5. Zhu Y. Embedded Systems with ARM Cortex-M Microcontrollers in Assembly Language and C. 3rd ed. Portland, Maine: E-Man Press LLC, 2018. 864 p.

М. Сеньків, І. Коваль
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
Науковий керівник ***С. О. Ємельяненко****, кандидат технічних наук, ст. досл., доцент кафедри превентивної діяльності у сфері пожежної та техногенної безпеки*

ЧИСЕЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЛІНІЙНОЇ ДИНАМІКИ ПОШИРЕННЯ ТОКСИЧНИХ ПРОДУКТІВ ГОРІННЯ ТА ЇХ ВПЛИВУ НА БЕЗПЕЧНУ ЕВАКУАЦІЮ У САНАТОРІЯХ-ПРОФІЛАКТОРІЯХ ТА РЕАБІЛІТАЦІЙНИХ ЦЕНТРАХ

Небезпека пожеж прямо обумовлена низкою нових матеріалів з різним хімічним складом, які виділяють токсичні продукти згорання під час пожеж. Великі пожежі є серйозною небезпекою для людей які перебувають у санаторіях, санаторіях-профілакторіях та реабілітаційних центрах.

В Україні значна кількість об’єктів санаторно-курортного типу, санаторіїв-профілакторіїв та реабілітаційних центрів перебувають в експлуатації понад 30–40 років. Більшість із них мають застарілі інженерні системи, невідповідність сучасним нормам протипожежного захисту та обмежені можливості для безпечної евакуації маломобільних пацієнтів.

Дослідження пожежної небезпеки у санаторіях, санаторіях-профілакторіях та реабілітаційних центрах проводяться з метою запобігання виникненню пожеж та створення умов для саморятування людей.

Параметр питомого виходу диму D_m (Нп м^2/кг) для таких приміщень у моделях (наприклад, CFAST або FDS) має прийматися за максимальними значеннями для суміші "текстиль + полімери". Токсикологічний індекс (CO, HCl, CO_2). Основна небезпека для людей з обмеженою мобільністю полягає у неможливості швидкого подолання задимленої зони. Навіть при низьких температурах (< 40°C), концентрація хлороводню та оксиду вуглецю за 3–4 хвилини досягає значень, що спричиняють втрату свідомості.

При розрахунку індивідуального пожежного ризику ($Q_в$) необхідно враховувати ймовірність втрати здатності до самостійного руху через токсичний вплив:

$$t_{бл} = min(t_{вид}, t_{токс}, t_{темп}, t_{кис})$$

На об'єктах дослідження майже у 85% сценаріїв $t_{вид}$ та $t_{токс}$ є меншими за $t_{темп}$, що вимагає впровадження систем димовидалення підвищеної потужності.

Тривалість пожежі та стійкість конструкцій, а також наявність великої кількості деревини у номерному фонді та господарських будівлях (особливо у закладах, розташованих у рекреаційних зонах із використанням дерев'яних зрубів або каркасних конструкцій) формує сценарій тривалого вільного горіння. Висока питома вага пожежного навантаження (g_n > 500 МДж/м^2) забезпечує тривалу стадію розвиненої пожежі. Це створює загрозу перевищення межі вогнестійкості будівельних конструкцій (*R, E, I*). Існує загроза обвалення для санаторіїв старого фонду з дерев'яними перекриттями, час до втрати несучої здатності (*R*) може бути меншим за час, необхідний для повної евакуації всіх поверхів силами персоналу (враховуючи складність транспортування пацієнтів на ношах).

Тепловий вплив на суміжні приміщення, а також велика тривалість горіння сприяє прогріву огороджувальних конструкцій, що може призвести до самозайманння пожежного навантаження у сусідніх палатах ще до прямого контакту з полум'ям, що робить динаміку ризику нелінійною.

Співвідношення *ASET* та *RSET* для маломобільних груп. Розрахунок ризику базується на нерівності:

$$ASET \geq RSET \cdot K_б$$

де: *ASET* -доступний час безпечної евакуації; *RSET* -необхідний час евакуації; $K_б$ -означає коефіцієнт безпеки (або коефіцієнт надійності/запасу). Це безрозмірна величина, яка вводиться для того, щоб створити "запас часу" між моментом, коли остання людина покине будівлю (*RSET*), і моментом, коли умови в приміщенні стануть смертельно небезпечними (*ASET*). Значення цього коефіцієнта зазвичай приймається рівним 1,25. У деяких наукових підходах для об'єктів з МГН пропонується навіть збільшувати $K_б$ до 1,5, щоб гарантувати безпеку в умовах високої невизначеності евакуації.

Для реабілітаційних центрів значення *RSET* збільшується у 3–5 разів порівняно з адміністративними будівлями через низьку швидкість руху людей (V=10–15 м/хв для людей на кріслах-каталках) та час затримки початку евакуації ($t_{н.е.}$).

Через специфічне пожежне навантаження (високий вихід диму та токсинів) значення *ASET* стрімко скорочується.

Аналіз пожежної небезпеки санаторно-курортних та реабілітаційних закладів дозволяє зробити наступні висновки:

Для реабілітаційних центрів розрахункова модель ризику повинна базуватися на найгіршому сценарії, де швидкість поширення диму порівнюється зі швидкістю руху найбільш повільних груп пацієнтів.

Традиційні підходи до розрахунку ризиків потребують коригування через введення додаткових коефіцієнтів токсичності та врахування специфічного часу затримки евакуації ($t_{н.е.}$) для пацієнтів, які потребують допомоги персоналу.

Література

1. ДСТУ 4268:2003 Послуги туристичні. Засоби розміщування. Загальні вимоги. URL:https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=41636

2. ДБН В.2.2-10:2022 Заклади охорони здоров`я. Основні положення. URL:https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=101916

3. Construction of a visual model of people's movement to manage safety when evacuating from a sports infrastructure facility Ivanusa, A., Marych, V., Kobylkin, D., Sergiy, Y. Eastern-European journal of enterprise technologies, 2023, 2(3-122), pp. 28–41 DOI 10.15587/1729-4061.2023.277492

4. Improving the operational efficiency of control centers for emergency events by using gis technologies Yemelyanenko, S., Kuzyk, A., Ivanusa, A., ... Koval, R., Morshch, Y. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2023, 4(10(124)), pp. 37–49 DOI 10.15587/1729-4061.2023.285938

В. А. Філіппова, Р. А. Торський
Львівський національний університет імені Івана Франка
Науковий керівник ***Л. Ю. Фірман****, старший викладач кафедри вищої математики механіко-математичного факультету*

МАТЕМАТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗМІЩЕННЯ АКУСТИЧНИХ СИСТЕМ ОПОВІЩЕННЯ В НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

В умовах повномасштабного збройного вторгнення російської федерації проти України питання своєчасного оповіщення населення набуло критичного значення. Особливої уваги потребують заклади освіти, де щоденно перебуває значна кількість громадян. Незважаючи на наявність загальнодержавної системи оповіщення, частина навчальних закладів не обладнані внутрішніми акустичними системами оповіщення. Це призводить до ситуацій, коли студенти, учні, викладачі та вчителі можуть не чути сигнал повітряної тривоги - особливо у внутрішніх аудиторіях, класах, підвальних приміщеннях тощо [1].

Метою даної роботи є математичне обґрунтування необхідної кількості акустичних оповіщувачів та їх оптимального розміщення для забезпечення рівномірного звукового покриття приміщень навчального закладу.

При комплексній розробці системи оповіщення необхідно враховувати не лише площу приміщень та загальну площу будівлі, а й тип приміщень, їхню геометричну форму та пропорційність сторін. Для спрощеного розрахунку необхідної потужності вводять коефіцієнт питомої потужності P_пит (Вт/10 м²) [2]. Загальна необхідна потужність системи визначається за формулою:

$$\mathbf{P = P_пит \times S \times 0{,}1} \quad (1)$$