

УДК 614.841

*Н.Є. Бурак, канд. техн. наук, доцент, О. В. Хлевной, канд. техн. наук  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

## **ВИКОРИСТАННЯ ДИНАМІЧНОЇ ВІДЕОРЕЄСТРАЦІЇ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕВАКУАЦІЙНИХ ПОТОКІВ В ЗАКЛАДАХ ДОШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ З ІНКЛЮЗИВНИМ НАВЧАННЯМ**

У статті проаналізовано проблеми забезпечення пожежної безпеки в закладах дошкільної освіти з інклюзивними групами. Розглянуто використання інформаційних технологій в процесі збору та обробки статистичних параметрів руху евакуаційних потоків при дослідженні процесів евакуації під час пожежі з будівель закладів дошкільної освіти з інклюзивним навчанням. Виконано порівняння статичної та динамічної відеореєстрації. Доведено ефективність застосування динамічної відеореєстрації для формування бази емпіричних даних про рух змішаних потоків дітей в закладах дошкільної освіти з інклюзивним навчанням.

The article deals with the problems of fire safety in preschool education institutions with inclusive groups. The use of information technologies for collecting and processing statistical parameters of evacuation flows in the study of evacuation processes from the buildings of preschool education institutions with inclusive education has been considered. Comparison of static and dynamic video recording has been performed. The effectiveness of the use of dynamic video recording for the formation of a database of empirical data on the movement of mixed flows of children in preschool institutions with inclusive education has been proved.

**Постановка проблеми.** Інклюзивне навчання — система освітніх послуг, гарантованих державою, що базується на принципах недискримінації, врахуванні багатоманітності людини, ефективного залучення та включення до освітнього процесу всіх його учасників [1].

Держава гарантує дітям з особливими освітніми потребами дошкільного віку право здобувати освіту в інклюзивних групах закладів дошкільної освіти за місцем проживання. 10 квітня 2019 року Кабінет Міністрів України Постановою №530 затвердив Порядок організації діяльності інклюзивних груп у закладах дошкільної освіти (28 липня 2021 року до Постанови внесено зміни). [2]. Відповідно до цього Порядку, для забезпечення ефективності освітнього процесу в інклюзивних групах кількість дітей з особливими освітніми

потребами має становити не більше трьох осіб, зокрема: одна-три дитини з числа дітей з порушеннями опорно-рухового апарату, із затримкою психічного розвитку, зниженим зором, слухом, легкими інтелектуальними порушеннями тощо; не більше двох осіб з числа дітей сліпих, глухих, з тяжкими порушеннями мовлення тощо; не більше однієї дитини із складними порушеннями розвитку. В свою чергу, адміністрація закладу дошкільної освіти за умови утворення інклюзивної групи має забезпечити в установленому законодавством порядку приведення території закладу, будівель та приміщень у відповідність із вимогами державних будівельних норм щодо закладів дошкільної освіти та інклюзивності.

Станом на сьогодні впровадження інклюзивного навчання в закладах дошкільної освіти відбувається дуже інтенсивно. У 2020/2021 н. р. для дітей з особливими освітніми потребами дошкільного віку створено 4 369 спеціальних груп у 1630 закладах, де 61 668 дітей здобувають дошкільну освіту [3]. Будь-які швидкі зміни створюють багато труднощів та проблем. Однією з таких проблем є необхідність внесення змін до документів, що регламентують нормування вимог пожежної безпеки до будівель закладів дошкільної освіти [4, 5]. Так, параметри евакуаційних шляхів та виходів у вже збудованих будівлях було спроектовано, виходячи із швидкості та інтенсивності руху евакуаційних потоків дітей дошкільного віку групи мобільності M1. Присутність у складі евакуаційних потоків дітей з особливими освітніми потребами безпосередньо впливатиме на швидкість руху і, відтак, на тривалість евакуації. Отже, дослідження параметрів руху змішаних потоків, що складаються із дітей дошкільного віку різних груп мобільності є важливим науковим завданням, що потребує проведення експериментальних досліджень.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Дослідження параметрів евакуаційних потоків, що характеризуються наявністю людей із особливими потребами представлені в роботах В. В. Холщевнікова, Д. О. Самошина, С. В. Слюсарєва. Разом з тим, значна кількість робіт закордонних (A.F. Van Bogaert, M. Horasan, D. Bruck, H. Klüpfel, R. Ono, A.R. Larusdottir, A.S. Dederichs

та ін.) та вітчизняних (В. В. Холщевніков, Д. О. Самошин, А. П. Парфененко, В. Ніжник, О. Тесленко, С. Цимбалістий) вчених [6-10] присвячена питанням евакуації дітей різного віку із закладів освіти. При цьому вкрай важко знайти дані про дослідження параметрів руху змішаних потоків, у яких присутні діти з особливими потребами. В першу чергу це пояснюється складністю залучення дітей з особливими освітніми потребами до проведення експериментів та натурних спостережень.

**Метою статті** є аналіз процесів збору та обробки статистичних параметрів руху евакуаційних потоків при дослідженні процесів евакуації під час пожежі з будівель закладів дошкільної освіти з інклюзивним навчанням та розробка пропозицій щодо оптимізації цих процесів.

**Виклад основного матеріалу.** Основними параметрами руху евакуаційного потоку є щільність, швидкість та інтенсивність руху. Ці дані змінюються в залежності від вікової структури потоку та кількості дітей дошкільного віку з особливими освітніми потребами. Задля визначення цих параметрів, характерних для закладів дошкільної освіти з інклюзивним навчанням, необхідно провести натурні спостереження та сформувати статистичну базу емпіричних даних.

Найпоширенішим способом проведення натурних спостережень є аналіз даних систем відеоспостереження, тобто використання статичної відеореєстрації. Визначення щільності потоку відбувається наступним чином:

1. Оскільки камери відеоспостереження закріплені статично, кадр із кожної камери переноситься у графічний редактор Corel Draw, у якому на зображення наноситься сітка. Ця сітка розбиває всю площу спостереження на квадрати розміром 1x1 м.

2. Сітка зберігається, як графічний файл у форматі PNG. Кожна камера відеоспостереження отримує «свою сітку».

3. За допомогою додатка для відеомонтажу на записані відеофрагменти накладаються відповідні зображення сіток.

4. Сітка дає можливість визначати як шлях, що проходить учасник потоку за певний момент часу, а отже, швидкість руху, так і кількість людей на визначеній ділянці площі, тобто щільність потоку.

Такий спосіб дає можливість визначення параметрів евакуації на горизонтальних ділянках, сходах та під час руху крізь дверні прорізи.

Основними недоліками цього способу є:

– перспективне спотворення значно ускладнює точне визначення щільності на значних відстанях від об'єктиву камери;

– для отримання параметрів руху на різних ділянках евакуаційних шляхів необхідно задіювати велику кількість камер, що не завжди можливо та потребує матеріальних затрат;

– побудова сіток для кожної камери є трудомістким процесом, який не виключає появу похибок.

На противагу статичній відеореєстрації ми пропонуємо застосовувати динамічну, яка полягає у використанні екшн-камер із кутом охоплення до  $175^\circ$ , розмірами  $6 \times 4 \times 2,5$  см та масою 40 г (рис. 1). Такі камери останніми роками стали дуже популярними і доступними засобами (найдешевша камера коштує близько 10\$).



Рисунок 1 – Екшн-камера для динамічної відеореєстрації

Камери доцільно використовувати вихователям, що здійснюють евакуацію дітей з особливими освітніми потребами у складі інклюзивних груп. Записи слід синхронізувати (рис. 2).

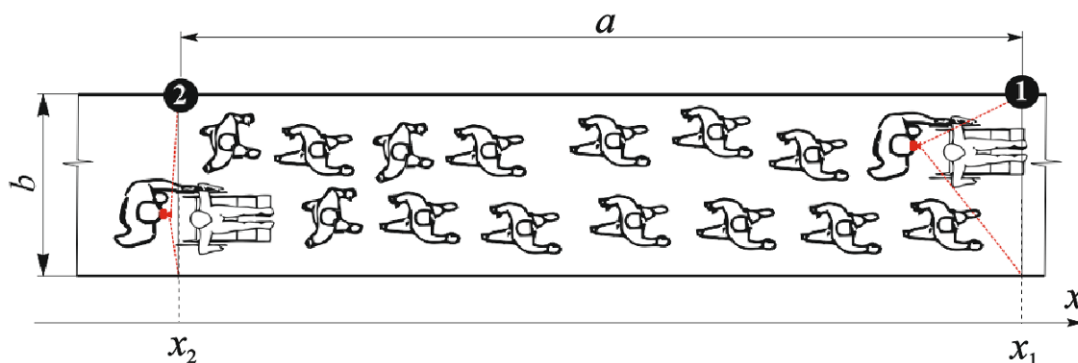


Рисунок 2 – Динамічна відеореєстрація параметрів руху евакуаційного потоку.

Послідовність виконання замірів наступна:

1. В певний момент часу  $t_n$  необхідно фіксувати координату учасника руху 1 ( $x_1$ ) та учасника руху 2 ( $x_2$ ). Для цього достатньо скористатися планом будівлі. Це дасть змогу визначити відстань між учасниками 1 та 2:

$$a(t_n) = x_1(t_n) - x_2(t_n).$$

Щільність потоку в момент часу  $t_1$  визначається за формулою:

$$D(t_n) = \frac{N}{(x_1(t_n) - x_2(t_n)) \cdot b},$$

де  $N$  – кількість учасників евакуації на ділянці спостереження;  $b$  – ширина ділянки руху.

2. Аналогічні показники ( $x_1(t_{n+1})$ ,  $x_2(t_{n+1})$ ,  $a(t_{n+1})$ ,  $D(t_{n+1})$ ) необхідно визначити в момент часу  $t_{n+1}$ .

Усереднене значення швидкості потоку на ділянці шляху між двома послідовними замірами (в моменти часу  $t_n$  та  $t_{n+1}$ ) розраховується за формулою:

$$V_{cep} = \frac{1}{2} \cdot \frac{(x_1(t_{n+1}) - x_1(t_n)) + (x_2(t_{n+1}) - x_2(t_n))}{(t_{n+1} - t_n)},$$

Усереднене значення щільності потоку на ділянці шляху між двома послідовними замірами (в моменти часу  $t_n$  та  $t_{n+1}$ ) обчислюється:

$$D_{сер} = \frac{1}{2} \cdot (D(t_n) + D(t_{n+1})).$$

Динамічну відеореєстрацію можна використовувати на горизонтальних ділянках, сходах, пандусах, та під час руху крізь дверні прорізи.

Порівняння даних, отриманих за допомогою статичної та динамічної відеореєстрації, показало високу збіжність (відмінність не перевищувала 5%). При цьому динамічна відеореєстрація дозволяє отримувати результати суттєво швидше [11].

Недоліком динамічної відеореєстрації є необхідність спеціального відпрацювання руху потоку, тоді як дані камер відеоспостереження відображають рух потоків у реальних умовах.

**Висновки.** Необхідність проведення спостережень за рухом змішаних потоків дітей дошкільного віку передбачає використання спеціальних технічних засобів. На підставі аналізу літературних джерел та порівняння параметрів потоків, отриманих за допомогою статичної та динамічної відеореєстрації встановлено, що динамічна відеореєстрація є дешевим та зручним засобом отримання емпіричних даних про рух змішаних потоків дітей під час евакуації з будівель закладів дошкільної освіти з інклюзивними групами.

### Література:

1. Колупаєва А.А., Таранченко О.М. Інклюзивна освіта: від основ до практики: монографія. К. : ТОВ «АТОПОЛ», 2016. 152 с.
2. Про затвердження Порядку організації діяльності інклюзивних груп у закладах дошкільної освіти : Постанова Кабінету Міністрів України від 10 квіт. 2019 року № 530. *Урядовий кур'єр*. 2019. С. 12–15.
3. Статистичні дані МОН. *Міністерство освіти і науки України*: Веб-сайт. URL: <https://mon.gov.ua/ua/statistichni-dani> (дата звернення: 01.10.2021).
4. ДБН В.2.2-3:2018. Будинки і споруди. Заклади освіти. [Чинний від 2018-09-01]. Вид. офіц. Київ, 2018. 68 с.

5. ДСТУ 8828:2019. Пожежна безпека. Загальні положення. [Чинний від 2020-01-01]. Вид. офіц. Київ, 2018. 163 с.
6. Еремченко М. А. Движение людских потоков в школьных зданиях: дис. . канд.техн. наук. М.: МИСИ, 1979. 188 с.
7. Парфененко, А. П. Нормирование требований пожарной безопасности к эвакуационным путям и выходам в зданиях детских дошкольных образовательных учреждений: дис. ... канд. техн. наук: 05.26.03 / М., 2012. 153 с.
8. Самошин Д.А., Слюсарев С.В. Исследования процесса эвакуации детей с ограниченными возможностями в зданиях стационарных учреждений социального обслуживания. *Проблемы техносферной безопасности*: Матер. 4-й междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. С. 50-53.
9. Самошин, Д. А. Состав людских потоков и параметры их движения при эвакуации: монографія. М.: Академия ГПС МЧС России, 2016. 210 с.
10. Larusdottir A. R., Dederichs A.S. Evacuation dynamics of children – walking speeds, flow through doors in daycare centers. *Proceedings of Pedestrian and Evacuation Dynamics Symposium*. 2010. P. 139–147.
11. Хлевной О.В. Нормування вимог пожежної безпеки до евакуаційних шляхів і виходів у закладах середньої освіти з інклюзивним навчанням: дис. ...канд. техн.. наук: 21.06.02 / Львів, ЛДУ БЖД, 2021. 188 с.