Товариство з обмеженою відповідільністю
«Архітектурне бюро «ХАРКІВДИЗАЙН», м. Харків

Капітальний ремонт підвального приміщення (найпростішого укриття) у Комунальному закладі «Лозівський заклад дошкільної освіти (ясла-садок) №5» Лозівської міської ради Харківської області за адресою: Харківська область, м. Лозова, мікрорайон 4, будинок 74

Розрахунок часу евакуації

ПРОЄКТ

Том 11

2024

Товариство з обмеженою відповідільністю
«Архітектурне бюро «ХАРКІВДИЗАЙН», м. Харків

" Капітальний ремонт підвального приміщення (найпростішого укриття) у Комунальному закладі «Лозівський заклад дошкільної освіти (ясла-садок) №5» Лозівської міської ради Харківської області за адресою: Харківська область, м. Лозова, мікрорайон 4, будинок 74"

Розрахунок часу евакуації

ПРОЄКТ
Том 11
06-03/24-РЧЕ

Директор _____ О.В. Кутянін

ГІП _____ О.В. Крючков

2024

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ор.

Позначення	Найменування	Примітка
06-03/24-ЗМ	Зміст	Стор. 2
06-03/24-СП	Склад проекту	Стор. 3
06-03/24-ПД	Підтвердження ГІП	Стор. 4
06-03/24-ВУ	Відомості про учасників проектування	Стор. 5
	Кваліфікаційний сертифікат ГІП	Стор. 6
	Пояснювальна записка	
06-03/24-РЧЕ	**Вступ**	Стор. 7
	1. Вихідні дані і коротка характеристика об'єкта	Стор. 9
	2. Побудова полів небезпечних факторів пожежі для різних сценаріїв його розвитку	Стор. 9
	3. Оцінка часу евакуації та наслідків впливу небезпечних чинників пожежі на людей для різних сценаріїв його розвитку	Стор. 20
	4. Загальні висновки за результатами розрахунків	Стор. 31
	5. Література	Стор. 32

Зам. Інв. №

Підпис і дата

Інв.№ ор.

						06-03/24-ЗМ		
Зм.	Кіл.	Арк.	№Док	Підпис	Дата		Стадія	Аркуш	Аркушів
							П	1	1
Розробив		Кутянін				**Зміст**	*ТОВ "Архітектурне бюро "ХАРКІВДИЗАЙН"*		
Перевірив		Крючков							
ГІП		Крючков							
Н.контр.		Кутянін							

№ тому	Позначення	Найменування	Примітка
Том 1	06-03/2024-ПЗ	Загальна пояснювальна записка	*ТОВ "Архітектурне бюро "ХАРКІВДИЗАЙН"*
Том 2	06-03/2024-АБ	Архітектурно-будівельні рішення	
Том 3	06-03/2024-ТХ	Технологічні рішення	
Том 4	06-03/2024-ВК	Водопостачання, каналізація	
Том 5	06-03/2024-ОВ	Опалення вентиляція	
Том 6	06-03/2024-ЕТР	Електротехнічні рішення	
Том 7	06-03/2024-СКМ	Структорована кабельна система	
Том 8	06-03/2024-СПС	Система пожежної сигналізації	
Том 9	06-03/2024-ЕЕ	Енергоефективність	
Том 10	06-03/2024-ІТЗ ЦЗ	Інженерно-технічні заходи цивільного захисту	
Том 11	06-03/2024-РЧЕ	Розрахунок часу евакуації	
Том 12	06-03/2024-КД	Кошторисна документація	
Том 13	06-03/2024-ОВНС	Оцінка впливу на навколишнє середовище	
Том 14	06-03/2024-ПОБ	Проект організації будівництва	

Зам. Інв. №

Підпис і дата

Інв.№ ор.

						06-03/24-СП
Зм.	Кіл.	Арк.	№Док	Підпис	Дата	
Розробив		Кутянін				**Склад проекту**
Перевірив		Крючков				
ГІП		Крючков				
Н.контр.		Кутянін				

Стадія	Аркуш	Аркушів
П	1	**1**

ТОВ "Архітектурне бюро "ХАРКІВДИЗАЙН"

Технічні рішення, прийняті в проекті, відповідають вимогам економічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних та інших діючих норм і правил, і забезпечують безпечну для життя і здоров'я людей експлуатацію об'єкта при дотриманні передбачених заходів.

Проект розроблений відповідно до чинних норм, правил і стандартів.

Головний інженер проекту О.В. Крючков

Увазі замовника!

Відповідно до Закону України "Про авторське право і суміжні права" № 3792 - XII від 23.12.1993р. повторне використання і передача проекту іншим юридичним і фізичним особам без письмового дозволу ТОВ "Харків БудПроект"
ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ.

Зам. Інв. №

Підпис і дата

Інв.№ ор.

						06-03/24-ПД		
Зм.	Кіл.	Арк.	№Док	Підпис	Дата			
Розробив		Кутянін				**Підтвердження ГІП**	Стадія	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Крючков					**П**	1	**1**
ГІП		Крючков					*ТОВ "Архітектурне бюро "ХАРКІВДИЗАЙН"*		
Н.контр.		Кутянін							

Найменування розділу	Посада	Прізвище, ініціали	Підпис
Пояснювальна записка	ГІП	Крючков О.В.	
	нач. проектного відділу	Крючков О.В.	
	інженер-проектувальник	Крючков О.В.	
Архітектурно-будівельні рішення	інженер- проектувальник	Крючков О.В.	
Технологічні рішення	інженер- проектувальник	Крючков О.В.	
Водопостачання, каналізація	інженер- проектувальник	Крючков О.В.	
Опалення вентиляція	інженер- проектувальник	Крючков О.В.	
Електрообладнання та освітлення	інженер- проектувальник	Крючков О.В.	
Структурована кабельна мережа	інженер- проектувальник	Крючков О.В.	
Енергоефективність	інженер- проектувальник	Крючков О.В.	
Інженерно-технічні заходи цивільного захисту	інженер- проектувальник	Крючков О.В.	
Розрахунок часу евакуації	інженер- проектувальник	Крючков О.В.	
Кошторисна документація	інженер- проектувальник	Безугла Е.В.	
Оцінка впливу на навколишнє середовище	інженер- проектувальник	Крючков О.В.	
Проект організації будівництва	інженер- проектувальник	Крючков О.В.	

Зам. Інв. №

Підпис і дата

Інв.№ ор.

						06-03/24-ВУ
Зм.	Кіл.	Арк.	№Док	Підпис	Дата	
Розробив		Кутянін				**Відомість про учасників проектування**
Перевірив		Крючков				
ГІП		Крючков				
Н.контр.		Кутянін				

Стадія	Аркуш	Аркушів
П	1	**1**

ТОВ "Архітектурне бюро "ХАРКІВДИЗАЙН"

Формат А4

Вступ

Відповідно до ДБН А.2.2-3:2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво» для об’єктів класу наслідків (відповідальності) СС2, СС3, на яких постійно перебуває понад 50 осіб або періодично перебуває понад 100 осіб та/або які підлягають обладнанню системою керування евакуюванням типу СО2-СО5, в проектній документації слід виконувати розрахунок часу евакуації людей.

Також необхідність визначення розрахункового часу евакуації людей у разі пожежі визначена пунктом 2.33 глави 2 розділу ІІІ Правил пожежної безпеки в Україні зареєстрованих в Міністерстві юстиції України 05 березня 2015 р. за № 252/26697.

Об'єкт захисту - споруда, будівля, приміщення, технологічна установка, процес, транспортний засіб, виріб або їх сукупність, а також населений пункт, що потребують застосування засобів та способів для запобігання виникнення, розвитку та ліквідації пожежі. До складу об’єкта захисту входить і людина.

Індивідуальний пожежний ризик - кількісна характеристика можливості реалізації пожежної небезпеки, яка може привести до загибелі людини в результаті впливу небезпечних чинників пожежі.

Рівень пожежної безпеки - кількісна оцінка збитків, яких запобігли при імовірній пожежі.

Комплекс протипожежного захисту - сукупність технічних засобів на об’єкті (систем протипожежного захисту, систем внутрішнього та зовнішнього протипожежного водопроводу, первинних засобів пожежогасіння, засобів індивідуального захисту та рятування людей) та заходів щодо забезпечення евакуації людей, обмеження поширення пожежі, обслуговування об’єкта захисту пожежно-рятувальними підрозділами, безпеки пожежно-рятувальних підрозділів, що призначені для захисту людей, матеріальних цінностей та довкілля від впливу пожежі.

Система управління пожежною безпекою об’єкта захисту - сукупність заходів суб’єкта управління з обстеження, аналізу й оцінки стану пожежної безпеки об’єкту захисту, прийняття, організації та контролю виконання управлінських рішень для забезпечення пожежної безпеки об’єкта захисту.

Система запобігання пожежі - сукупність засобів та організаційних заходів, призначених для створювання умов, за яких ймовірність виникнення пожежі не перевищує унормоване допустиме значення.

Оцінка індивідуального пожежного ризику проводиться шляхом визначення розрахункових величин пожежного ризику на об'єкті захисту і зіставлення їх з відповідним нормативним значенням пожежного ризику.

Прийнятний рівень пожежної безпеки людей на об’єктах повинен бути не менше 0,99999 на рік у розрахунку на кожну людину, а прийнятний рівень індивідуального пожежного ризику повинен бути не більше ніж 10-5, в рік з розрахунку на кожну людину.

Метод визначення рівня пожежної безпеки людей та індивідуального пожежного ризику, а також умови, за яких цей ризик можна знизити, наведено в додатку А ДСТУ 8828:2019 «Пожежна безпека. Загальні положення» (далі - ДСТУ 8828:2019).

Розрахункові величини пожежного ризику є кількісною мірою можливості реалізації пожежної небезпеки об'єкта захисту і її наслідків для людей і матеріальних цінностей.

Визначення розрахункових величин пожежного ризику полягає в розрахунку індивідуального пожежного ризику для людей в будівлі. Чисельним виразом індивідуального пожежного ризику є частота впливу небезпечних чинників пожежі (НЧП) на людину, що знаходиться в будівлі.

1. Вихідні дані і коротка характеристика об'єкта

Розрахунок часу евакуації проводиться на підставі проєкту «Капітальний ремонт підвального приміщення (найпростішого укриття) у Комунальному закладі «Лозівський заклад дошкільної освіти (ясла-садок) №5» Лозівської міської ради Харківської області за адресою: Харківська область, м. Лозова, мікрорайон 4, будинок 74». Модель повністю відтворює планувальні рішення проєкту за АБ.

Згідно вихідних даних наданих Замовником, проводимо розрахунок часу евакуації людей у разі пожежі. Розрахунок проводиться згідно з ДСТУ 8828:2019 «Пожежна безпека. Загальні положення».

Приміщення, які підлягають капітальному ремонту знаходяться у підвальному приміщенні в двоповерхової будівлі учбового закладу, та згідно проєктному рішенню згідно завданню на проєктування розраховане на 200 осіб, з них 100 осіб - вихованці, 100 осіб - персонал та інше цивільне населення. Згідно технологічному рішенню в укриття може розміститись 252 особи.

Підвальне приміщення збудоване з залізобетонних блоків товщиною 500-700 мм. (зовнішні огороджувальні конструкції) та залазобетонних колон 330х330 мм, а внутрішні - з бетонних блоків 300-400 мм та з цегли. Перекриття – залізобетонна плита. Висота приміщень вар'юється від 1,80 до 1,83 м. Підвальне приміщення загальної площею 889,71 м2 має два входи–виходи. В осях «В» «Д» та «9» «10» заплановано аварійний вихід, якій оснащено підіймальною платформою Forstor FIL150-4.0x0.1-1.2x0.8 (або аналогічною), з платформою 1000х800 мм для маломобільних груп населення. Ширина евакуаційних коридорів від 1,0 м до 2,4 м. Висота приміщень укриття, після заглиблення у грунт та утеплення підлоги екструдованим пінополістіролом – 50 мм, становить 2100 мм.

В захисній споруді передбачені основні та допоміжні приміщення.

Допоміжні приміщення:

- приміщення для розігріву їжі;
- приміщення для зберігання продуктів та питної води;
- приміщення для зберігання меблів;
- санітарній пункт;
- санітарно - гігієнічні приміщення.

2. Побудова полів небезпечних факторів пожежі для різних сценаріїв його розвитку

2.1. Вибір сценарію пожежі

Відповідно до А.3 ДСТУ 8828:2019 здійснюємо аналіз пожежної небезпеки в частині чинників, що впливають на визначення сценарію виникнення та розвитку пожежі.

Для проведення аналізу пожежної небезпеки здійснюється збирання даних про будівлю чи споруду, що включає:

- об'ємно-планувальні рішення;

- теплофізичні характеристики будівельних конструкцій і розміщеного обладнання;
- вид, кількість і розміщення горючих речовин і матеріалів;
- кількість і місця ймовірного розміщення людей;
- системи пожежної сигналізації та пожежогасіння, протидимного захисту, системи керування евакуюванням (в частині системи оповіщення про пожежу і покажчиків напрямку евакуювання).

На підставі отриманих даних проводиться аналіз пожежної небезпеки будівлі чи споруди та встановлюється сценарій можливої пожежі, за яких очікуються найгірші наслідки для людей, які знаходяться в будівлі чи споруді, при цьому враховується:

- можливі місця виникнення пожежі;
- можлива динаміка розвитку пожежі;
- склад і характеристики системи протипожежного захисту;
- можливі наслідки впливу пожежі на людей і конструкції будівлі чи споруди.

Для оцінювання і розроблення заходів із проведення евакуації проводять:

- оцінювання впливу на людей небезпечних чинників пожежі;

- розрахунок часу, необхідного і достатнього для евакуації людей.

Під час розрахунку розглядаються сценарії пожежі, за яких реалізуються найгірші умови для евакуації людей і (або) з найбільш високою динамікою наростання НЧП.

Провівши попередній аналіз об'ємно-планувальних рішень об'єкта захисту, взаємного розташування приміщень і виходів з них, беручи до уваги попередні розрахункові оцінки за різними сценаріями, були виділені наступні найгірші розрахункові ситуації:

1. "Сценарій 1", виникнення пожежі в приміщенні поз. 36 (вхідні двері, що сполучені з коридором поз. 23, прийняті відчинені після прохлдження людини).
2. "Сценарій 2", виникнення пожежі в приміщенні поз. 15 (вхідні двері, що сполучені з коридором поз. 23 прийняті відчиненими після проходження людини).

Для розрахунку часу блокування шляхів евакуації, виходячи з довідкових даних навчального посібника Ю.А. Кошмарова «Прогнозування небезпечних факторів пожежі в приміщенні» і посібники щодо застосування "Методики

визначення розрахункових величин індивідуального пожежного ризику в будівлях, спорудах і будівлях різних класів функціональної пожежної небезпеки" були обрані наступні значення пожежного навантаження:

Сценарії передбачені для кожного поверху та протипожежного відсіку.

Таблиця 1. Пожежне навантаження для "Сценарій 1"

Параметр	Од. вим.	Значення
Площа вогнища	м^2	1,307
Максимальная площа горіння	м²	3,595
Типове пожежне навантаження		
h - Коефіцієнт повноти горіння		0,97
Q - Нижча теплота згоряння	МДж/кг	14000
v - Лінійна швидкість поширення полум'я	м/с	0,0045
LO2 - Питома витрата кисню	кг/кг	1,369
Dm - димоутворююча здатність матеріалу	Нп·м^2/кг	47,7
yF- Питома масова швидкість вигоряння	кг/(м^2·с)	0,0137
Макс. вихід CO2	кг/кг	1,478
Макс. вихід CO	кг/кг	0,03
Макс. вихід HCl	кг/кг	0,0058
Автоматична система пожежогасіння в приміщенні з місцем пожежі.		Відсутня

Таблиця 2. Пожежне навантаження для "Сценарій 2"

Параметр	Од. вим.	Значення
Площа вогнища	м^2	1,263
Максимальная площа горіння	м²	3,515
Типове пожежне навантаження		
h - Коефіцієнт повноти горіння		0,97

Q - Нижча теплота згоряння	МДж/кг	13800
v - Лінійна швидкість поширення полум'я	м/с	0,0045
LO2 - Питома витрата кисню	кг/кг	1,437
Dm - димоутворююча здатність матеріалу	Нп·м^2/кг	82
yF- Питома масова швидкість вигоряння	кг/(м^2·с)	0,0145
Макс. вихід CO2	кг/кг	1,285
Макс. вихід CO	кг/кг	0,0022
Макс. вихід HCl	кг/кг	0,006
Автоматична система пожежогасіння в приміщенні з місцем пожежі.		Відсутня

2.2. Формулювання математичної моделі і моделювання динаміки розвитку пожежі

Критичний час по кожному з небезпечних чинників пожежі визначається як тривалість досягнення цим чинником гранично допустимого значення на шляхах евакуації на висоті 1,7 м від підлоги.

Гранично допустимі значення за кожним з небезпечних чинників пожежі складають:

- за підвищеною температурою – 60 °С;
- за тепловим потоком – 2500 Вт/м^2;
- за втратою видимості – 20 м (у разі, коли обидва горизонтальні лінійні розміри приміщення менше 20 м, гранично допустиму відстань щодо втрати видимості слід приймати рівною найбільшому горизонтальному лінійному розміру);
- за зниженим вмістом кисню – 0,226 кг/м^3;
- за кожним з токсичних газоподібних продуктів згоряння (CO2 – 0,11 кг/м^3; CO – 1,16·10-3 кг/м^3; HCL – 23·10-6 кг/м^3).

Необхідно відзначити, що за використання польової моделі визначення критичного часу має істотні особливості, пов’язані з тим, що критичне значення в різних точках приміщення досягається неодночасно.

Критична тривалість пожежі для людей, що знаходяться на поверсі вогнища пожежі, визначається з умови досягнення одним з небезпечних чинників пожежі (НЧП) свого гранично допустимого значення. В якості критерію небезпеки для людей, що знаходяться вище вогнища пожежі, розглядається умова досягнення одним з НЧП гранично допустимого значення.

Польова модель розрахунку часу блокування шляхів евакуації вибирається, виходячи з таких передумов:

польовий метод застосовують:

- для приміщень складної геометричної конфігурації, а також приміщень із великою кількістю внутрішніх перешкод (атріуми з системою галерей і коридорів, що примикають, багатофункціональні центри зі складною системою вертикальних і горизонтальних зв'язків тощо);
- для приміщень, у яких один із геометричних розмірів значно більше (менше) інших (тунелі, закриті автостоянки великої площі тощо);
- для інших випадків, коли застосування чи інформативність зонних та інтегральних моделей викликає сумнів (унікальні споруди, будівлі, де необхідно врахувати поширення пожежі по її фасаду та (або), роботу систем протипожежного захисту).

Основою для польових моделей пожеж є рівняння, що виражають закони збереження маси, імпульсу, енергії і мас компонентів в аналізованому малому контрольному обємі.

Рівняння збереження маси:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\rho \cdot u_j\right) = 0. \quad (1)$$

Рівняння збереження імпульсу:

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(\rho \cdot u_i\right) + \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\rho \cdot u_j \cdot u_i\right) = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} + \rho \cdot g_i. \quad (2)$$

Для ньютонівських рідин, що підкоряються закону Стокса, тензор в'язких напруг визначається формулою:

$$\tau_{ij} = \mu \cdot \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right) - \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot \frac{\partial u_k}{\partial x_k} \cdot \delta_{ij}. \quad (3)$$

Рівняння енергії:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \cdot h) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho \cdot u_j \cdot h) = \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\frac{\lambda}{c_p} \cdot \frac{\partial h}{\partial x_j}\right) - \frac{\partial q_j^R}{\partial x_j}, \quad (4)$$

де,

де $h = h_0 + \int_{T_0}^{T} c_p \cdot \mathrm{dT} + \sum_k (Y_k H_k)$ – статична ентальпія суміші;

H_k – теплота утворення *k-го* компоненту, Дж;

$c_p = \sum_k Y_k \cdot c_{\mathrm{p,k}}$ – теплоємність суміші за постійного тиску, Дж/(кг·К);

Y_k – масова частка *k-го* компонента в суміші, кг/кг;

$c_{\mathrm{p,k}}$ – питома теплоємність *k-го* компоненту, кДж/(К·кг);

к – коефіцієнт теплопровідності суміші, Вт/(м ·К);

q_j^R – радіаційний потік енергії в напрямку x_j, Дж/м^2.

Рівняння збереження хімічного компонента *k*:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \cdot Y_k) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho \cdot u_j \cdot Y_k) = \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\rho \cdot D \cdot \frac{\partial Y_k}{\partial x_j}\right) + S_k. \quad (6)$$

Для замикання системи рівнянь (1)–(5) використовується рівняння стану ідеального газу.

Для суміші газів воно має такий вигляд:

$$p = \rho \cdot R_0 \cdot T \cdot \sum_k \frac{Y_k}{M_k}, \quad (7)$$

де p – абсолютний тиск суміші газів, Па;

ρ – густина газу, кг/м3;

R_0 = 8,31 Дж/(моль·К) – універсальна газова стала;

T – абсолютна температура, К;

Y_k – маса k-го компоненту в суміші, г;

M_k – молярна маса k-го компонента, г/моль.

Розрахунок динаміки НФП виконано на програмному пакеті FDS (Fire Dynamic Simulator), розробленим в науково-дослідною лабораторією з пожежної безпеки Національного інституту стандартів і технологій (NIST) США, основною метою якою є вирішення прикладних задач пожежної безпеки.

На сьогоднішній день приблизно половина додатків програми застосовується для проектування систем управління димом і вивчення активації спринклерів і детекторів. Інша половина застосовується для відновлення картини пожежі в житлових і промислових приміщеннях. Основною метою FDS протягом свого розвитку було рішення прикладних задач пожежної безпеки, одночасно з вивченням фундаментальних процесів при пожежі.

FDS чисельно вирішує рівняння Нав'є-Стокса для низькошвидкісних температурно-залежних потоків, особлива увага приділяється поширенню диму і теплопередачі при пожежі. Основним алгоритмом є певна схема методу предиктор-коректора другого порядку точності по координатам і часу. Турбулентність виконується за допомогою моделі Смагоринський «Масштабне моделювання вихорів» (LES) і за допомогою прямого чисельного моделювання (DNS).

Основні рівняння FDS вирішує на прямокутній сітці. На всіх твердих поверхнях задаються теплові граничні умови, плюс дані про горючості матеріалу. Тепло- і масоперенос з поверхні і назад розраховується за допомогою емпіричних співвідношень, при виконанні прямого чисельного моделювання (DNS) передача тепла і маси обчислюється безпосередньо.

Математична модель FDS базується на використанні диференціальних рівнянь в приватних похідних, що описують просторово-часовий розподіл температури і швидкостей газового середовища в приміщенні, концентрацій компонентів газового середовища (кисню, продуктів горіння і т.д.), тисків і щільності.

Модель FDS успішно пройшла докладні оціночні випробування (валідацію) з використанням різних видів палив, пальників і різних приміщень в Національному бюро стандартів (NBS) США, в NIST, в VTT, в Національному науково-дослідному раді (NRC) США, в Морський дослідної лабораторії Балтімора (США), в Ольстерський університеті Північної Ірландії, в Національному інституті промислової екології та ризиків Франції.

На підставі даних валідації був зроблений висновок, що прогнози FDS узгоджуються з численними дослідженнями і експериментальними даними, і це свідчить про те, що застосування моделі можливо для широкого спектра сценаріїв пожежі. Польова модель, реалізована в програмі FDS, може бути використана для вирішення широкого спектра наукових і прикладних задач тепломасопереносу під час пожежі, зокрема, для розрахунку часу блокування шляхів евакуації небезпечними факторами пожежі, для розрахунку вогнестійкості конструкцій, часу спрацьовування спринклерів і датчиків та ін.

Оскільки модель не вимагає попередніх припущень про структуру потоку, вона може використовуватися для моделювання будь-яких об'ємно-планувальних рішень.

З урахуванням теоретичних основ польової моделі і експериментальних оцінок при натурних випробуваннях, програма FDS дає рішення з достатньою інженерної точністю.

Робота FDS заснована на одноразовому введенні текстового файлу (в форматі ASCII - American Standard Code for Information Interchange), що містить параметри, які організовані в групи, під якими розуміються вхідні записи Fortran. Вхідний файл забезпечує FDS всією необхідною інформацією для опису сценарію. Вхідний файл зберігається з ім'ям виду «***. Fds», де «***» є довільною послідовністю символів, що дозволяє ідентифікувати розрахунок.

Параметри у вхідному файлі розподіляються за групами. Кожна група починається зі знака амперсанда «&», за яким відразу слід назва групи, потім список вхідних параметрів, розділених комами і в кінці прямої слеш. Параметри всередині групи можуть бути розділені комами, пробілами, розривом рядка. Групи параметрів переважно організувати систематично. Зазвичай загальна інформація перераховується ближче до початку вхідного файлу, а докладна інформація, така як перешкоди, пристрої тощо наводиться нижче. FDS сканує весь вхідний файл кожного разу, коли обробляє певну групу списку імен. При написанні вхідних файлів необхідно додавати тільки ті параметри, значення які повинні відрізнятися від їх значень, прийнятих за замовчуванням.

Для створення вхідних файлів FDS використано програму-постпроцесор PiroSim, version 2010.2.1621, розроблену «Thunderhead Engineering Consultants, Inc» (США).

Для візуалізації розрахунків FDS використана протрамма- постпроцесор Smoke View version 6.7.1, розроблена NIST (США).

Для отримання аналітичних результатів розрахунків FDS використано програму- постпроцесор Fds2ascii, розроблену NIST (США).

Для отримання аналітичних і графічних результатів розрахунків FDS в точках використовували програму-постпроцесор.

При підготовці вхідного файлу FDS лінійні розміри приміщень взято на підставі розділу АР проекту.

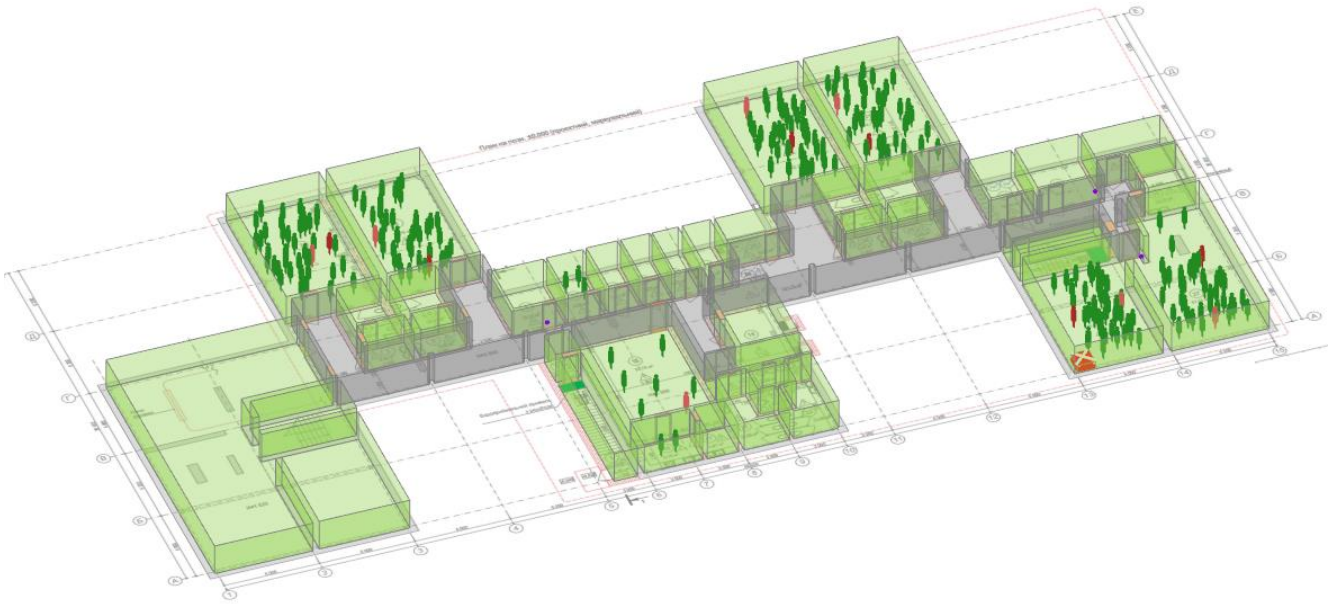
Розрахунок виконано на версії FDS 6.7.6.

Необхідно відзначити, що при використанні польовий моделі визначення критичного часу має суттєві особливості, пов'язані з тим, що критичне значення в різних точках приміщення досягається не одночасно. Для приміщень з порівнянними горизонтальними розмірами критичний час визначається як максимальне з критичних часів для евакуаційних виходів з даного приміщення (час блокування останнього виходу).

Визначається час блокування $t_{бл}$:

$$t_{бл} = \min\left\{t_{кр}^{Т}, t_{кр}^{Т.П.}, t_{кр}^{В.В.}, t_{кр}^{O_2}, t_{кр}^{Т.Г.}\right\} (8)$$

2.3. Визначення часу блокування шляхів евакуації по розглянутим сценаріями.



Зовнішній вигляд моделі об’єкта

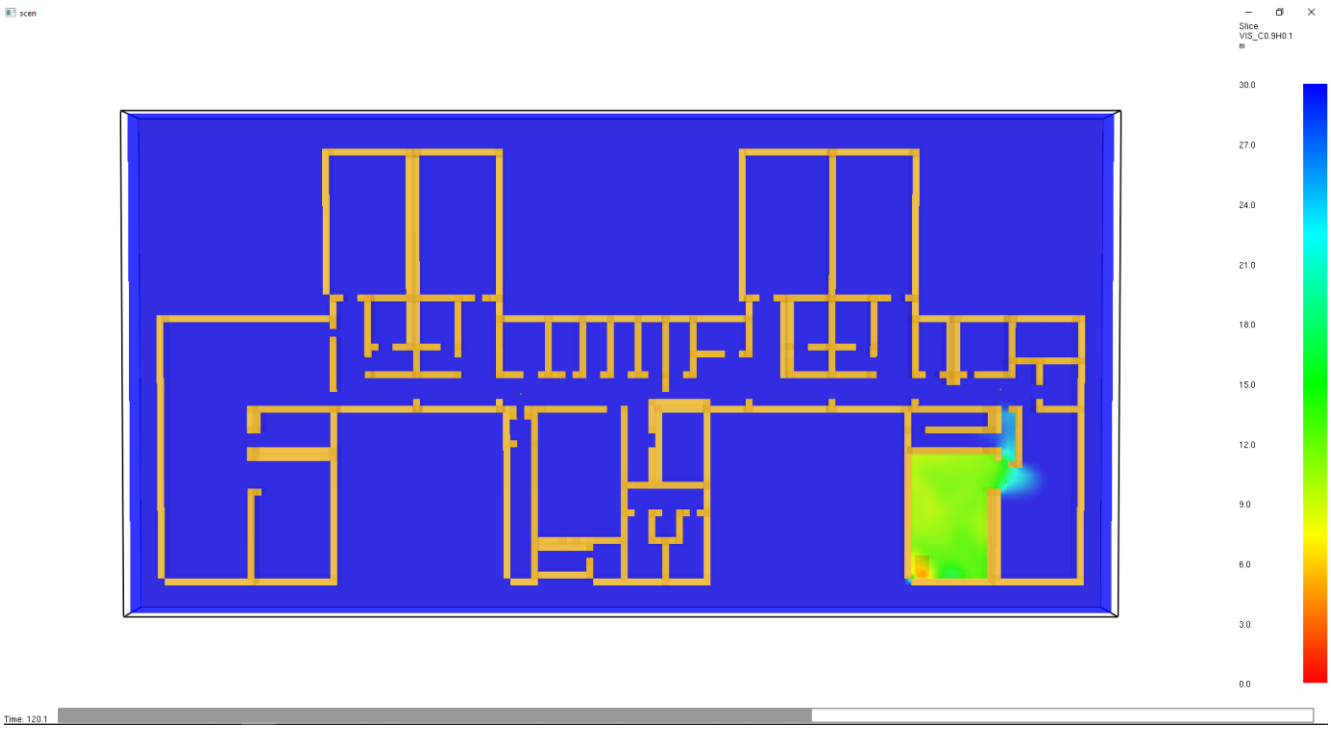


Сценарій 1. Розрахункова схема поверху будівлі з місцями розміщення ймовірної пожежі, розрахунковими точками вимірювання НЧП.



Сценарій 2. Розрахункова схема поверху будівлі з місцями розміщення ймовірної пожежі, розрахунковими точками вимірювання НЧП.

Результати моделювання по найгіршим критичним значенням НЧП



Втрата видимості на 120 сек. в "Сценарій 1" (двері приміщення з осередком пожежі не оснащені пристроєм для самозачинення).



Втрата видимості на 130 сек. в "Сценарій 2" (двері приміщення з осередком пожежі не оснащені пристроєм для самозачинення).

Результати розрахунку часу блокування НЧП евакуаційних виходів за "Сценарієм 1"

Розрахункова ділянка	Z	T	V	O2	CO2	CO	HCL	AT	B
Регістратор 1	1,7	161,769	108,465	172,625	>200	>200	119,748	>200	108,465
Регістратор 2	1,7	>200	160,694	>200	>200	>200	180,396	>200	160,694
Регістратор 3	1,7	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200

Результати розрахунку часу блокування НЧП евакуаційних виходів за "Сценарієм 2"

Розрахункова ділянка	Z	T	V	O2	CO2	CO	HCL	AT	B
Регістратор 1	1,7	132,632	69,792	133,005	>200	>200	78,924	>200	69,792
Регістратор 2	1,7	>200	133,75	>200	>200	>200	195,577	>200	133,75
Регістратор 3	1,7	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200

Z м, розташування реєстратора від рівня підлоги

T с, по підвищеній температурі

V с, по втраті видимості

O2 с, по пониженому вмісту кисню

CO2 с, по CO2

CO с, по CO

HCl с, по HCL

AT с, по тепловому потоку

B с, час блокування

Час моделювання НЧП: 200 секунд.

3. Оцінка часу евакуації та наслідків впливу небезпечних чинників пожежі на людей для різних сценаріїв його розвитку

3.1. Формулювання математичної моделі і моделювання евакуації людей з будівлі при пожежі

Безпечна евакуація людей з будівель і споруд під час пожежі вважається забезпеченою, якщо інтервал часу від моменту виявлення пожежі до завершення процесу евакуації людей в безпечну зону не перевищує необхідного часу евакуації людей при пожежі.

Під своєчасністю розуміється необхідність покинути будівлю під час пожежі до досягнення в приміщеннях і на шляхах евакуації гранично допустимих рівнів впливу на людей небезпечних факторів пожежі, яке визначається динамікою їх поширення при різних варіантах функціонування систем захисту.

З урахуванням вищевикладеного, можна сформулювати умову безпеки за першим граничним станом (по своєчасності):

$$t_{эв.} < t_{бл.}, \quad (9)$$

де: $t_{ев} = t_{пе} + t_р$ - значення часу евакуації останнього з людей в будівлі;

$t_{пе}$ - час початку евакуації (інтервал часу від виникнення пожежі до початку евакуації людей), хв;

$t_р$ - розрахунковий час евакуації людей, хв;

$t_{бл}$ - час від початку пожежі до блокування евакуаційних шляхів в результаті поширення на них НФП, що мають гранично допустимі для людей значення (час блокування шляхів евакуації), хв.

Безперешкодність досягається відсутністю на шляхах евакуації скупчень людей з високою щільністю, що дозволяє сформулювати умови безпеки по другому граничному стану (по безперешкодності евакуації):

Якщо значення q_i, визначене за формулою (А.10 ДСТУ 8828:2019), більше $q_{\max}$, то ширину b_i даної ділянки шляху слід збільшувати на таке значення, за якого дотримується умова:

$$q_i \leq q_{\max}. \qquad (10)$$

За неможливості виконання умови (А.12 ДСТУ 8828:2019) інтенсивність і швидкість руху людського потоку по ділянці і визначають за таблицею А.1 ДСТУ 8828:2019 за значення D=0,9 і більше. При цьому слід враховувати час затримки руху людей через їх скупчення, відповідно до підрозділу А.8.5 цього додатка.

Визначення розрахункового часу евакуації людей із приміщень будівлі здійснено із застосуванням математичної моделі індивідуально-потокового руху людей. Моделювання евакуації повністю інтегрується з процесом моделювання поширення пожежі в FDS.

Розрахунковий час евакуації людей із будівлі встановлюється за часом виходу з неї останньої людини.

Перед початком моделювання процесу евакуації задана схема евакуаційних шляхів у будівлі.

Всі евакуаційні шляхи поділені на евакуаційні ділянки довжиною a та шириною b. Довжина та ширина кожної ділянки шляху евакуації для будівлі прийнята згідно з проектом. Довжина шляху сходовими маршами вимірюється за довжиною марша. Довжина шляху в дверному прорізі приймається рівній нулю.

Під час розрахунку за габарити людини в плані прийнято площу її горизонтальної проекції згідно з (А.7.4 ДСТУ 8828:2019). Задаються координати кожної людини xi — відстань від центра проекції до кінця евакуаційної ділянки, на якій вона знаходиться (рис. А.2 ДСТУ 8828:2019).

Координати кожної людини x_i у початковий момент часу задаються відповідно до схеми розміщення людей у приміщеннях (робочі місця, місця для глядачів, спальні місця тощо). У випадку відсутності таких даних, наприклад для магазинів, виставкових залів тощо, допускається розміщувати людей рівномірно по всій площі приміщення з урахуванням розміщення технологічного обладнання.

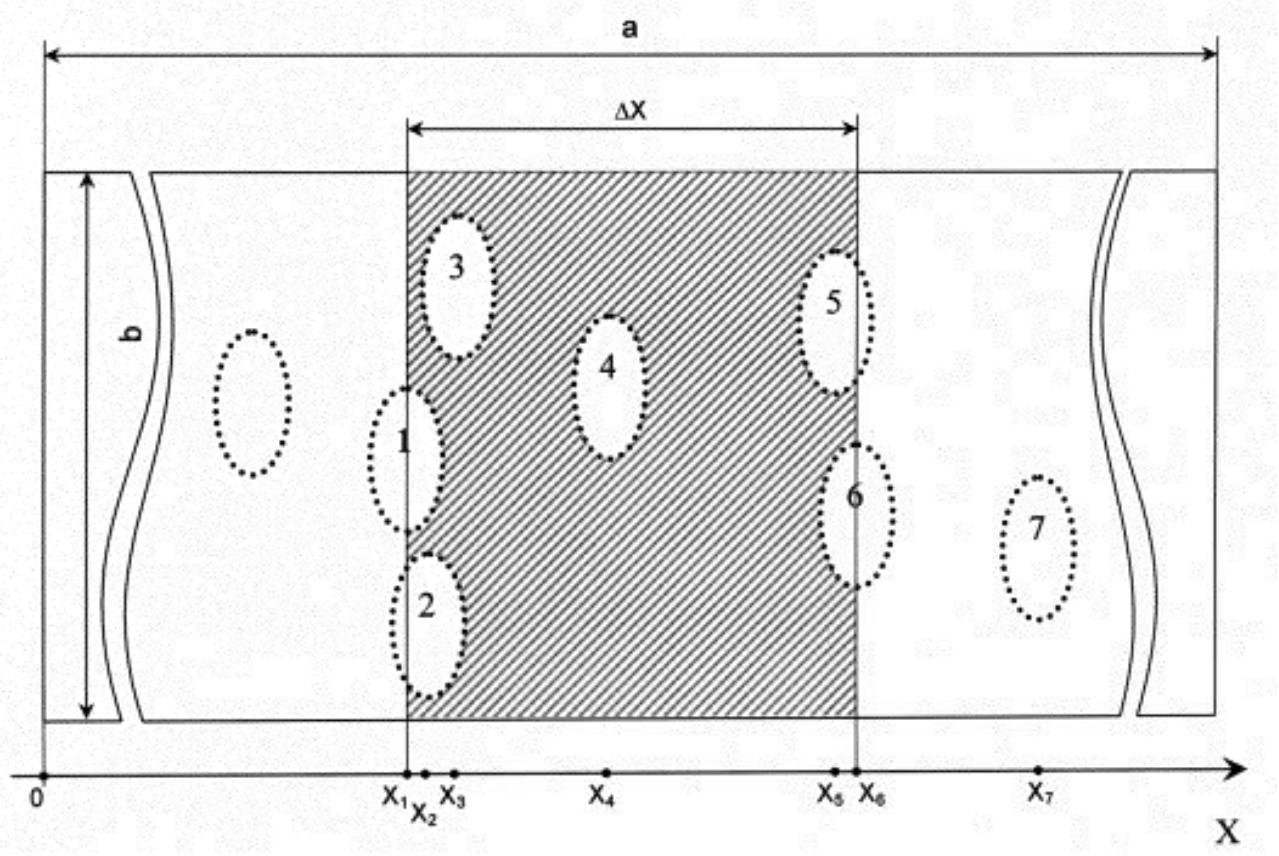
Координата кожної людини в момент часу t визначається за формулою:

x_i (t)=x_i ("t\-"Δt)-V_i (t)·Δt м,

де: x_i ("t\-"Δt) – координата і-ї людини в попередній момент часу, м;

V_i (t) – швидкість і-ї людини в момент часу t, м/с;

Δt – проміжок часу, с.



Координатна схема розміщення людей на шляхах евакуації

Швидкість і-ї людини V_i (t) у момент часу t визначається за таблицею А.1 розділу А.4 цього додатку в залежності від локальної щільності потоку, у якій вона рухається, D_i (t) і типу евакуаційної ділянки.

Локальна щільність D_i (t) обчислюється по групі, що складається з n людей, за формулою:

$$D_i(t) = (n(t) - 1) \cdot f / (b \cdot \Delta x) \text{ м}^2/\text{м}^2, \quad (13)$$

де: n – кількість людей у групі, люд.;

f – середня площа горизонтальної проекції людини, м^2;

"b" – ширина евакуаційної ділянки, м;

Δx – різниця координат останньої та першої людини в групі, м.

Якщо в момент часу t координата людини x_i (t), визначена за формулою (12), стане від'ємною – це означає, що людина досягла границі поточної евакуаційної ділянки та повинна перейти на наступну евакуаційну ділянку.

У цьому випадку координата цієї людини на наступній евакуаційній ділянці визначається за формулою:

$$x^{i}(t) = [x^{i}(t - dt) - V^{i}(t) \cdot dt] + a^{j} - l^{j} \text{м}, \quad (14)$$

де: x_i(t-dt) – координата *і-ї* людини в попередній момент часу на *(j-1)* евакуаційній ділянці, м;

$V_i(t)$ – швидкість *і*-ї людини на *(j-1)* евакуаційній ділянці в момент часу *t*, м/с;

a_j – довжина *j*-ї евакуаційної ділянки, м;

l_j – координата місця злиття *j-ї* та *(j-1)* евакуаційних ділянок – відстань від початку *j-ї* евакуаційної ділянки до місця злиття її з *(j-1)* евакуаційною ділянкою, м.

Кількість людей, що переходить з однієї евакуаційної ділянки на іншу в одиницю часу, визначається пропускною здатністю виходу з ділянки $Q_{\text{і}}(t)$ за формулою:

$$Q_{\text{і}}(t) = q_j(t) \cdot c_j \cdot \frac{d(t)}{f \cdot 60} \text{л}, \quad (15)$$

де: $q_j(t)$ - інтенсивність руху на виході з *j-ї* евакуаційної ділянки в момент тривалості *t*, м/хв;

c_j - ширина виходу з *j-ї* евакуаційної ділянки, м;

$d(t)$ - проміжок тривалості, с;

f - середня площа горизонтальної проекції людини, м^2.

Інтенсивність руху на виході з *j-ї* евакуаційної ділянки $q_j(t)$ у момент часу *t* визначається в залежності від щільності людського потоку на цій ділянці $Dv_j(t)$.

Щільність людського потоку на *j-й* евакуаційній ділянці $Dv_j(t)$ у момент часу *t* визначається за формулою:

$$Dv_j(t) = \frac{(N_j \cdot f \cdot dt)}{(a_j \cdot b_j)} \text{ м}^2/\text{м}^2, \quad (16)$$

де: N_j- кількість людей на *j-й* евакуаційній ділянці, люд.;

f - середня площа горизонтальної проекції людини, м^2;

a_j- довжина *j-ї* евакуаційної ділянки, м;

b_j - ширина *j-ї* евакуаційної ділянки, м;

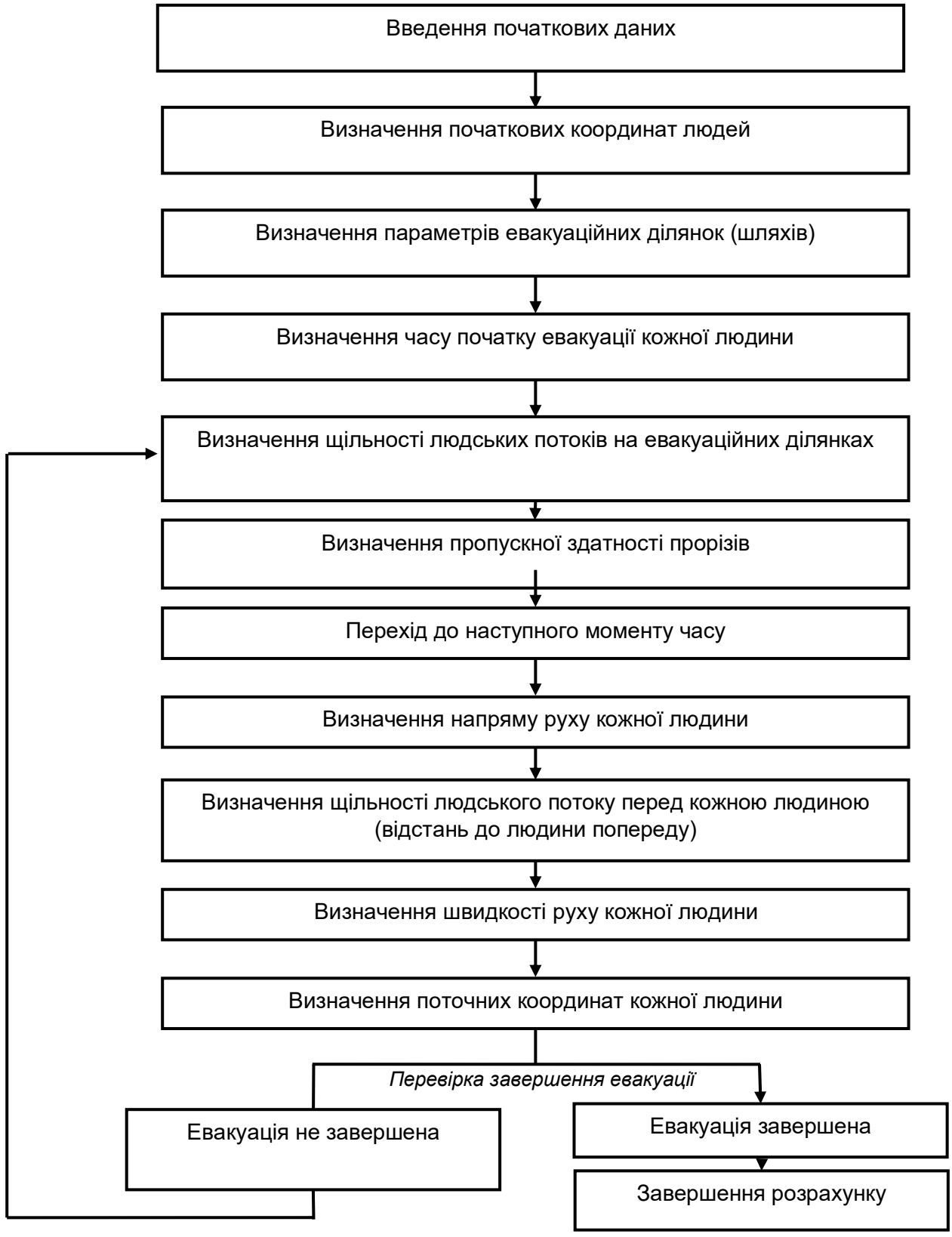
dt - проміжок часу, с.

У момент часу *t* визначається кількість людей *m* із від'ємними координатами $x_i(t)$, визначеними за формулою (12). Якщо значення $m \le Q_j(t)$, то всі *m* людей переходять на наступну евакуаційну ділянку та їхні координати визначаються за

формулою (А.16). Якщо значення $m > Q_j(t)$, то кількість людей рівна значенню $Q_j(t)$ переходить на наступну евакуаційну ділянку та їхні координати визначаються за формулою (А.16), а кількість людей, рівна значенню $(m–Q_j(t))$, не переходить на наступну евакуаційну ділянку (залишаються на даній евакуаційній ділянці) та їх координатам присвоюються значення: $x_i(t) = k \cdot 0{,}25 + 0{,}25$, де k – номер ряду, в якому будуть знаходитися люди (максимально можлива кількість людей в одному ряді збоку один від одного для кожної евакуаційної ділянки визначається перед початком розрахунків). Таким чином, виникає скупчення людей перед виходом з евакуаційної ділянки.

На Блок-схемі зображено порядок визначення розрахункового часу евакуації людей із будівлі чи споруди.

На підставі заданих початкових умов (початкових координат людей, параметрів евакуаційних ділянок) визначаються щільності людських потоків на шляхах евакуації та пропускні здатності виходів з евакуаційних ділянок. Далі, у момент часу $t=t+dt$, визначається наявність небезпечних чинників пожежі на шляхах евакуації. Залежно від цього вибирається напрямок руху кожної людини й обчислюється нова координата кожної людини. Після цього знову визначаються щільності людських потоків на шляхах евакуації та пропускні спроможності виходів. Потім знову задається приріст за часом dt і визначаються нові координати людей з урахуванням наявності НЧП на шляхах евакуації в цей момент часу. Після цього процес повторюється. Розрахунки проводяться до тих пір, поки всі люди не будуть евакуйовані до зон евакуації.



Блок-схема - Порядок визначення розрахункового часу евакуації людей (моделювання процесу евакуації)

3.2. Евакуація з місць початкового розміщення людських потоків

Вирішивши евакуюватися, людина намічає свій маршрут руху, тобто ту послідовність ділянок шляху, яку йому належить пройти для того, щоб потрапити з місця його знаходження в те місце, куди він намітив собі прийти за найкоротший час.

При пожежі такими місцями є: приміщення, в якому йому буде безпечніше, ніж в тому, де він знаходиться в даний момент; зона пожежної безпеки, спеціально створена в будівлі і на території, що оточує будівлю. У будь-якому випадку, людина, виходить на початковий ділянку евакуаційного шляху. Це може бути прохід між робочими місцями або обладнанням, прохід між рядами глядацьких місць, вільний простір біля місця знаходження людини, що з'єднують його з виходами з приміщення. Одночасно з ним на цю ділянку можуть виходити і інші люди. Вони вибирають напрямок руху до того чи іншого виходу і тим самим визначають маршрут свого руху, тобто послідовність ділянок евакуаційних шляхів, які вони повинні пройти для того, щоб потрапити в безпечне місце.

Тому, намічаючи свій маршрут евакуації, людина має практично завжди, принаймні, два варіанти можливої послідовності використання ділянок евакуаційних шляхів для досягнення евакуаційного виходу та з приміщення, і з поверху, і з будівлі. Намітив свій маршрут руху, людина виходить на ділянку загального шляху, по якому вибрали той же напрямок руху і інші люди, тобто на цій ділянці формується людський потік. Можна сказати, що ці ділянки є джерелами людських потоків.

Такими ділянками в приміщеннях є проходи між елементами інтер'єру, меблювання, обладнанням, орг. технікою і т.п. Простір ділянок формування людських потоків визначається антропометричними розмірами людини і ергономікою рухів людини при здійсненні ним основного функціонального процесу, для реалізації якого призначено дане приміщення. Мінімально необхідні габарити ділянок наводяться в нормальний, довідниках, в підручниках і навчальних

посібниках з архітектурно-будівельного проектування, ергономіці і інженерної психології.

Вийшовши з ділянок формування, людські потоки по магістральним (загальним) проходах направляються до евакуаційних виходів з приміщень. Покинувши приміщення, людина закінчує перший етап евакуації.

Виходячи з приміщень, люди приступають до другого етапу евакуації. Він може відбуватися по коридору, який через свою ширину обмежує потік, що утворюється в ньому з злиттям людських потоків, що виходять з приміщень. Виходячи в коридор, людина знову вибирає маршрут свого руху. Якщо коридор вільний і евакуаційні виходи з нього не заблоковані, то людина, найімовірніше, скористається звичним, щодня використовуваним їм маршрутом через найближчий евакуаційний вихід.

Слід врахувати той факт, що щільність людського потоку на одній і тійже ділянці коридору може бути різна. Перш за все, це пов'язано з кількістю осіб знаходяться на початкових ділянках формування людських потоків, тобто в приміщеннях (проходи між меблями і т.п.) і їх об'ємно-планувальними рішеннями.

Можна виділити дві характерні ситуації:

У приміщенні перед дверним прорізом утворюється скупчення людей з максимальною щільністю. В такому випадку, інтенсивність руху в дверному отворі становитиме 8,5 м / хв (і менш, в залежності від ширини отвору). Тоді щільність людського потоку в коридорі не перевищуватиме, як правило 0,05-0,2 $м^2$ / $м^2$, що відповідає швидкостям руху 100 - 40 м / хв.

У разі, якщо рух людей через дверний проріз проходить безперешкодно, то інтенсивність руху в дверному отворі може досягати максимальних значень - 19,6 м / хв. В такому випадку, щільність людського потоку в коридорі буде перебувати в діапазоні 0,2 $м^2$ / $м^2$ - 0,5 $м^2$ / $м^2$ в залежності від ширини коридору. Швидкість руху при цьому впаде до 60 - 30 м / хв.

Приймаємо, що евакуація людей розпочинається після спрацювання систем пожежної сигналізації та керування евакуюванням (в частині систем оповіщення про пожежу і покажчиків напрямку евакуювання) з врахуванням інерційності 10 сек, вимоги до часу початку евакуації Таблицею А.3 не визначені.

Для приміщення пожежі значення часу початку евакуації tпе (с) визначаємо за формулою:

$t_{пе} = 5 + 0,01 \cdot F$

де F — площа приміщення, $м^2$.

3.3. Принципи складання розрахункових схем і визначення розрахункового часу евакуації людей

На підставі аналізу обє'мно-планувальних рішень визначені напрямки евакуації людей та розроблені розрахункові схеми евакуації.

У розрахункових схемах враховуються тільки ті шляхи руху людей, що відповідають вимогам, які встановлені до шляхів евакуації.

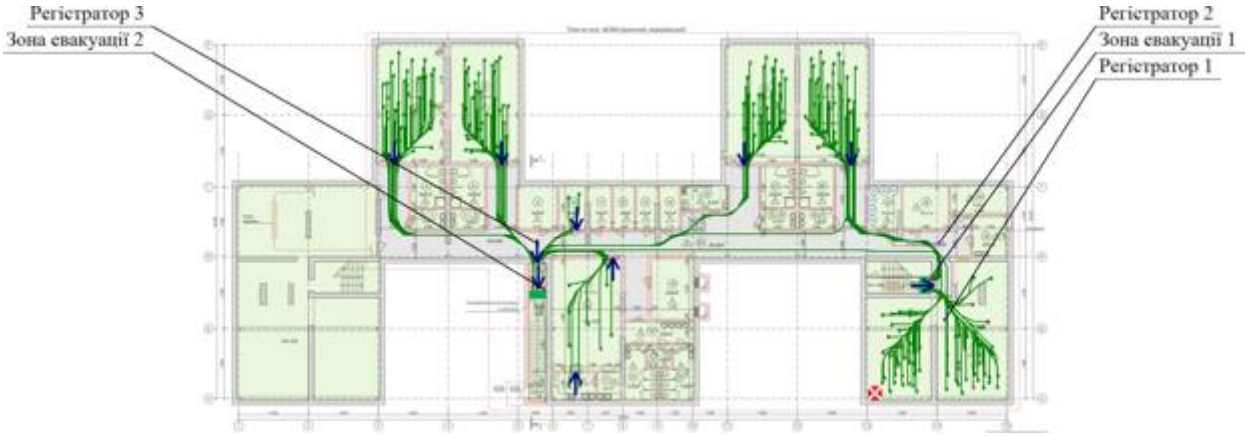
Відповідно до об'ємно-планувальних рішень будівлі, геометричних розмірів евакуаційних шляхів і виходів, а також відомим особливостям поведінки людей при пожежах (рух до більш широким і добре помітними виходами, вибір більш короткого шляху евакуації, використання знайомих маршрутів руху і т.п.) були складені розрахункові схеми евакуації з поверхів будівлі, які представлені на малюнках нижче.

Визначення розрахункового часу евакуації проводилося за індивідуально-потокової математичної моделі. Шляхи руху людей і виходи висотою менше 1,9 м і шириною менше 0,7 м при складанні розрахункових схем евакуації не враховувалися, за винятком випадків, встановлених в нормативних документах з пожежної безпеки.

Розрахункові значення параметрів руху людей, в залежності від групи мобільності, приймаються за таблицею А.4 ДСТУ 8828:2019 – Розрахункові значення параметрів для груп мобільності М3-М4. Площі горизонтальної проекції людей, в залежності від фізичних даних, віку, одягу і наявності різного вантажу, приймаються за таблицями А.5, А.6 і рис А.11, А.12 ДСТУ 8828:2019.

Евакуація з палат реанімації здійснюється персоналом, два працівники персоналу на одного хворого.

3.3.1. Розрахункові схеми визначення розрахункового часу евакуації людей з будівлі



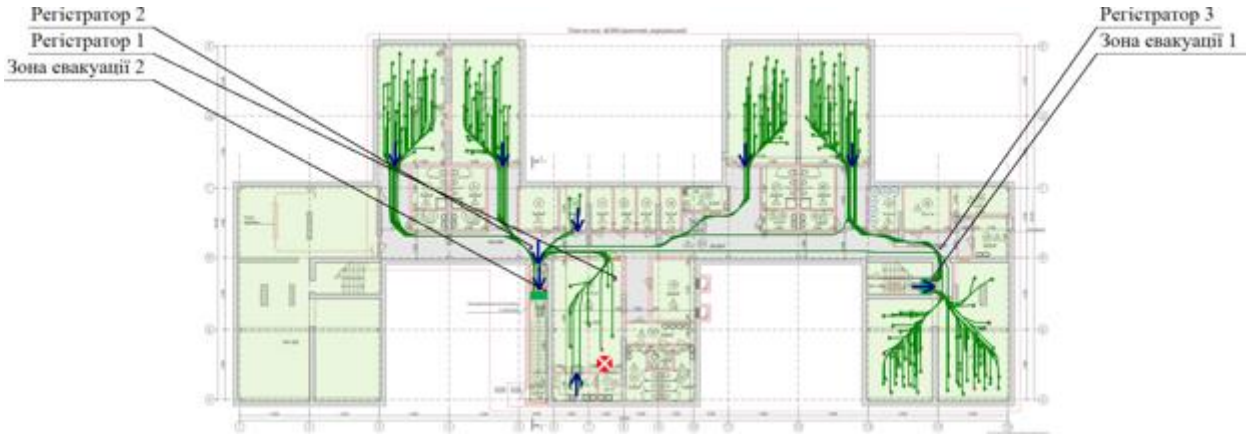
Розрахункова схема евакуації для 1-го поверху Сценарій 1.

Час руху до виходів:

Зона евакуації 1: 40 с (117 люд.).

Зона евакуації 2: 61 с (135 люд.).

М1; М2; М3; М4



Розрахункова схема евакуації для 1-го поверху Сценарій 2.

Час руху до виходів:

Зона евакуації 1: 40 с (117 люд.).

Зона евакуації 2: 61 с (135 люд.).

М1; М2; М3; М4

Всього враховано: діти дошкільного віку (М1): 199, М3: 6, М4: 7, М1: 40.

Результати визначення розрахункового часу евакуації (з часом початку евакуації, руху та скупчення) наведені в таблицях для кожного сценарію.

Сценарій 1

Розрахункова ділянка	tпе, с	Час евакуації (tр+tпэ), с	tск, с
Регістратор 1	10	21	8
Регістратор 2	10	36	7
Регістратор 3	10	57	4

Сценарій 2

Розрахункова ділянка	tпе, с	Час евакуації (tр+tпэ), с	tск, с
Регістратор 1	10	17	3
Регістратор 2	10	57	6
Регістратор 3	10	37	7

tск - час існування скупчень людей на ділянках шляху (щільність людського потоку на шляхах евакуації перевищує значення 0,5 м^2 / м^2.

3.3.2. Розрахунок імовірності евакуації людей

Імовірність евакуації людей P_e із будівлі чи споруди розраховують за формулою:

$$P_e = \begin{cases} 0{,}999 \cdot \dfrac{0{,}8 \cdot t_{бл} - t_р}{t_{пе}}, & \text{якщо } t_р < 0{,}8 \cdot t_{бл} < t_р + t_{пе} \text{ та } t_{ск} \le 6 \text{ хв} \\ 0{,}999, & \text{якщо } t_р + t_{пе} \le 0{,}8 \cdot t_{бл} \text{ та } t_{ск} \le 6 \text{ хв} \\ 0{,}000, & \text{якщо } t_р \ge 0{,}8 \cdot t_{бл} \text{ або } t_{ск} > 6 \text{ хв} \end{cases},$$

де $t_р$ — розрахункова тривалість евакуації людей, хв;
$t_{пе}$ — тривалість початку евакуації (інтервал тривалості від виникнення пожежі до початку евакуації людей), хв;
$t_{бл}$ — тривалість блокування шляхів евакуації (інтервал тривалості від початку пожежі до блокування евакуаційних шляхів у результаті поширення на них НЧП, що мають гранично допустимі для людей значення), хв;
$t_{ск}$ — тривалість існування скупчень людей на *i*-ій ділянці.

Час блокування шляхів евакуації та розрахунковий час евакуації з приміщень:

Сценарій 1.

Розрахункова ділянка	Час блокування шляхів евакуації (0.8*tбл), с	Час початку евакуації tпе, с	Час евакуації (tр+tпе), с	Висновок
Регістратор 1	86,772	10	21	Безпечно
Регістратор 2	128,555	10	36	Безпечно
Регістратор 3	>200	10	57	Безпечно

Сценарій 2.

Розрахункова ділянка	Час блокування шляхів евакуації (0.8*tбл), с	Час початку евакуації tпе, с	Час евакуації (tр+tпе), с	Висновок
Регістратор 1	55,833	10	17	Безпечно
Регістратор 2	107	10	57	Безпечно
Регістратор 3	>200	10	37	Безпечно

Наведені в таблицях результати показують, що для сценарій 1-2 забезпечується безперешкодність евакуації до зон евакуації при умові:

- дотримання вимог пожежної безпеки, що наведені в державних будівельних нормах та правилах;

- початку евакуації людей з приміщень за проміжок часу не більше 10 с (що має досягатись шляхом проведенням інструктажів тренування персоналу та дітей в умовах пожежі).

Також умовою безперешкодної евакуації є обмеження поширення пожежі від приміщення з осередком пожежі до інших примішень. Необхідно оснастити двері, що виходять до поверхових коридорів, пристроями для самозачинення та ущільненням в притулах (Тобто після проходження людей двері зачиняються і обмеєують поширення НЧП до інших приміщень).

Враховуючи вищенаведене можливо зробити висновок, що при виконанні вищенаведених протипожежних заходів імовірність евакуації складе Ре = 0.999.

4. Загальні висновки за результатами розрахунків

У відповідність з положеннями ДСТУ 8828:2019 розрахунком оцінювався ризик загибелі людей у разі виникнення пожежі на об'єкті: «Капітальний ремонт підвального приміщення (найпростішого укриття) у Комунальному закладі «Лозівський заклад дошкільної освіти (ясла-садок) №5» Лозівської міської ради Харківської області за адресою: Харківська область, м. Лозова, мікрорайон 4, будинок 74».

В роботі розглянуті найбільш небезпечні сценарії розвитку пожежі, виходячи з кількості осіб, що евакуюються, місць їх розміщення, віддаленості від евакуаційних виходів, характеру і обсягу пожежної навантаження, а також місць її розміщення.

У розрахункових схемах враховувалися шляху руху людей, які відповідають вимогам будівельних норм та правил.

Проведені розрахунки показали, що існуючі об'ємно-планувальні, конструктивні, інженерні та організаційно-технічні рішення системи забезпечення

пожежної безпеки даного об'єкту захисту з врахуванням додаткових заходів забезпечують безпечну евакуацію людей.

З урахуванням вищевикладеного, грунтуючись на результатах проведених розрахунків і обробці отриманих даних, можна зробити висновок наступне:

ймовірність евакуації людей з будівлі становить: Pe = 0.999;

У разі внесення змін та доповнень до проектної та іншу документацію, використану в якості вихідних даних, а також при проведенні капітального ремонту, реконструкції або технічного переозброєння розрахунки втрачають свою силу і підлягають переробці з урахуванням змін і доповнень.

Вимоги чинних нормативних документів з пожежної безпеки повинні виконуватися в повному обсязі для забезпечення пожежної безпеки людей та майна.

5. Література

1. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення.
2. ДБН В.1.2-7:2021 Пожежна безпека. Основні вимоги до будівель і споруд.
3. В.М. Предтеченский, А.И. Милинский «Проектирование зданий с учетом организации движения людських потоков».
4. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: Учебное пособие.
5. Холщевников В.В. Исследования людских потоков и методология нормирования эвакуации людей из зданий при пожаре.
6. ДСТУ ISO 16732-1:2018 Інжиніринг пожежної безпеки. Оцінювання пожежного ризику. Частина 1. Загальні положення (ISO 16732-1:2012, IDT).