ФОНД ДЕРЖАВНОГО МАЙНА УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
«НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ І ПРОЕКТНИЙ ІНСТИТУТ МІСТОБУДУВАННЯ»
ДП «НДПІ МІСТОБУДУВАННЯ»

01133, м. Київ, бульвар Лесі Українки, буд. 26 літ. «А», код ЄДРПОУ 01422832,
тел. +38 044 286 04 10, адреса електронної пошти: mistobud.ndpi@gmail.com

Капітальний ремонт (термомодернізація) учбового корпусу У-2 Національного технічного університету"Харківський політехнічний інститут", що розташований за адресою: м.Харків, вул.Кирпичова,2

ТОМ 15

ПРОЄКТ ОРГАНІЗАЦІЇ БУДІВНИЦТВА
2024-КН_2_2_D-ПОБ

Директор **В.В.Чурилов**

Головний інженер проєкту **В.Г.Галич**

Київ 2024

Позначення	Найменування	Примітка
2024-КН_2_2_D-РЧЕ-ЗМ	Зміст	Стор. 2
2024-КН_2_2_D-РЧЕ-СП	Склад проекту	Стор. 3
2024-КН_2_2_D-РЧЕ-ПД	Підтвердження ГІП	Стор. 4
2024-КН_2_2_D-РЧЕ-ВУ	Відомості про учасників проектування	Стор. 5
	Кваліфікаційний сертифікат ГІП	Стор. 6
2024-КН_2_2_D-РЧЕ.ПЗ	**Пояснювальна записка**	Стор.7-65
	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. 11
	3. Оцінка часу евакуації та наслідків впливу небезпечних чинників пожежі на людей для різних сценаріїв його розвитку	Стор. 37
	4. Загальні висновки за результатами розрахунків	Стор. 64
	5. Література	Стор. 65

Зам. Інв. №

Підпис і дата

Інв.№ ор.

Зм.	Кіл.	Арк.	№Док.	Підпис	Дата
ГІП		Галич			03.23
Розробив		Прадош			03.24
Перевірив		Галич			03.24
Н.Контр.		Прадош			03.24

2024-КН_2_2_D-ЗМ

Зміст Тому

Стадія	Аркуш	Аркушів
РП	1	1

ДП "НДПІ містобудування"

Формат А4

Склад проєкту

Номер тому	Позначення	Найменування	Примітка
1	2024-КН_2_2_D_ЗПЗ	**Загальна пояснювальна записка** Вихідні дані. Загальні положення. Технічний звіт обстеження будівлі	
2	2024-КН_2_2_D-АБ	**Архітектурно-будівельні рішення** Пояснювальна записка. Креслення. Паспорт зовнішнього опорядження	
3	2024-КН_2_2_D-ОВ1	**Опалення та вентиляція. Опалення**	
4	2024-КН_2_2_D-ОВ2	**Опалення та вентиляція. Вентиляція**	
5	2024-КН_2_2_D-ЕО	**Електроосвітлення**	
6	2024-КН_2_2_D-ТМ	**Тепломеханічні рішення**	
7	2024-КН_2_2_D-ВК	**Водопровід та каналізація**	
8	2024-КН_2_2_D-СПС	**Система пожежної сигналізації**	
9	2024-КН_2_2_D-СО	**Система оповіщення про пожежу**	
10	2024-КН_2_2_D-БЗ	**Блискавкозахист**	
11	2024-КН_2_2_D-ЕЕ	**Енергоефективність**	
12	2024-КН_2_2_D-ІТЗ ЦЗ	**Інженерно-технічні заходи цивільного захисту**	
13	2024-КН_2_2_D-ПОБ	**Проєкт організації будівництва**	
14	2024-КН_2_2_D-К	**Кошторис**	
15	2024-КН_2_2_D-РЧЕ	**Розрахунок часу евакуації**	

Зам. інв.№

Підпис і ддата

Інв. № ор.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2024-КН_2_2_D-РЧЕ.СП

ГІП	Галич		05.24
Розробив	Прадош		05.24
Перевірив	Галич		05.24
Н. контроль	Прадош		05.24

Склад проєкту

Стадія	Аркуш	Аркушів
РП	1	**1**

ДП
«НДПІ містобудування"

ПІДТВЕРДЖЕННЯ ГІП

Проект розроблений відповідно до чинних норм, правил та стандартів.

Головний інженер проєкту Галич В.Г.

Кваліфікаційний сертифікат

Серія АР №0182649 від 18.01.2022 р.

Зам. Інв. №

Підпис і дата

Інв.№ ор.

Зм.	Кіл.	Арк.	№Док.	Підпис	Дата	2024-КН_2_2_D-ПД		
						Стадія	Аркуш	Аркушів
ГІП		Галич			03.23	Підтвердження ГІП	РП	1	1
Розробив		Прадош			03.24		ДП "НДПІ містобудування"	
Перевірив		Галич			03.24			
Н.Контр.		Прадош			03.24			

Формат А4

Розділ проєкту	Посада	Ініціали, прізвище	Підпис
Розрахунок часу евакуації людей при пожежі	Головний інженер проєкту	В.Г. Галич	
	Головний фахівець-архітектор, начальник відділу АПМ-5	А.О. Прадош	
	Інженер проєктувальник	І.В. Тесленко	

Зам. Інв. №

Підпис і дата

Інв.№ ор.

Зм.	Кіл.	Арк.	№Док.	Підпис	Дата
ГІП		Галич			03.23
Розробив		Прадош			03.24
Перевірив		Галич			03.24
Н.Контр.		Прадош			03.24

2024-КН_2_2_D-ВУ

Відомість про учасників проєктування

Стадія	Аркуш	Аркушів
РП	1	1

ДП "НДПІ містобудування"

Формат А4

ВСЕУКРАЇНСЬКА ГРОМАДСЬКА ОРГАНІЗАЦІЯ
«ГІЛЬДІЯ ПРОЕКТУВАЛЬНИКІВ У БУДІВНИЦТВІ»
САМОРЕГУЛІВНА ОРГАНІЗАЦІЯ У СФЕРІ АРХІТЕКТУРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

АТЕСТАЦІЙНА АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА КОМІСІЯ

Серія АР № 018649

КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ СЕРТИФІКАТ

відповідального виконавця окремих видів робіт (послуг), пов'язаних зі створенням об'єктів архітектури

інженер-проектувальник
(найменування професії)

Виданий про те, що Галич Владислав Геннадійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

пройшов(ла) професійну атестацію, що підтверджує його (її) відповідність кваліфікаційним вимогам у сфері діяльності, пов'язаної із створенням об'єктів архітектури, професійну спеціалізацію, необхідний рівень кваліфікації і знань.

Категорія: провідний інженер-проектувальник.

Кваліфікаційний сертифікат видано згідно з рішенням Атестаційної архітектурно-будівельної комісії (далі - Комісія) від 18.01.2022 № 74

(рішенням ---------- секції Комісії від ------- № -------, затвердженим президією Комісії -------).

Зареєстрований у реєстрі атестованих осіб 17.04 2012 року за № 130.

Роботи (послуги), пов'язані із створенням об'єктів архітектури, спроможність виконання яких визначено кваліфікаційним сертифікатом:

інженерно-будівельне проектування у частині забезпечення механічного опору та стійкості щодо об'єктів будівництва класу наслідків (відповідальності) СС3 (значні наслідки)

Дата видачі 18.01 2022 року

Голова (заступник голови) Атестаційної архітектурно-будівельної комісії _____ Рубан Ю.Я.
(підпис) *(прізвище, ім'я, по батькові)*

М.П.

ВУГІП

ТОВ «Укроспецполіграфін»

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

2024-КН_2_2_D-РЧЕ.ПЗ

Аркуш

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ор.

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 III Правил пожежної безпеки в Україні зареєстрованих в Міністерстві юстиції України 05 березня 2015 р. за № 252/26697. Згідно вимог п. 10.6, 10.7 ДБН В.2.2-5:2023 забезпечення евакуації людей має відбуватися до настання гранично допустимих для людини значень небезпечних чинників пожежі (НФП)

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 (термомодернізація) учбового корпусу У-2 Національного технічного університету"Харківський політехнічний інститут", що розташований за адресою: м.Харків, вул.Кирпичова,2».

Умовна висота будівлі - 29,6 м.

Перекриття - монолітна з/б плита 200 мм.

Ступінь вогнестійкості будівлі – I.

Модель повністю відтворює планувальні рішення проєкту за АР.

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

Згідно вимог додатку п. 7.2.1 ДБН В.2.2-40:2018 із зміною № 1, при проведенні розрахунку враховані МГН, не менше ніж 5 % загальної кількості персоналу та відвідувачів.

Проектними рішеннями капітального ремонту (термомодернізації) передбачено:

Теплоізоляція фундаменту виконується з екструдованого пінополістиролу"Europlex" товщиною 150 мм, що монтується до існуючого фундаментумеханічним кріпленням за допомогою прижимної планки.

Гідроізоляція фундаменту та цоколю виконується з ПВХ-мембрани"Vinitex".Між шарами тепло та гідроізоляції улаштовується захисний шар зголко-пробивного геотекстилю "Tipptex BS 16". З зовнішнього бокугідроізоляції передбачено захисний шар з голкопробивного геотек-стилю"Tipptex BS 25". Рішення з тепло та гідроізоляції фундаменту та цоколя- див. креслення АБ-13.Розрахунки опору теплопередач фундаменту – див.Том 4 «Енергоефективність»Виконання будівельних робіт з тепло та гідроізоляції фундаменту - див. Том 6 «Проєкт організації будівництва».

Заміна конструкції підлоги цокольного поверху (відм.-3,600) виконується по існуючій з/б плиті в аудиторії (поз.19) – паркетна дошка по вирівнюючій цементно-піщаній стяжці М150 ; в вмивальні (поз.51) та вбиральні (поз.52) - керамічна плитка по цементно-піщаній стяжці М150 з улаштуванням гідроізоляції та відновленням швів цементно-піщаного розчину між плитами перекриття на окремих ділянках. . На 1-му поверсі (відм.0,000) заміна підлоги виконується по існуючій з/б плиті в холі біля сходової клітки (поз.28) та їдальні (поз.34) -керамічна плитка по цементно-піщаній стяжці М150. Рішення з заміни конструкції підлоги - див.креслення АБ-3, АБ-4.

Заміна зовнішніх та внутрішніх дверей передбачається в підвальному, 1-му та технічному поверсі будівлі.Двері – з ПВХ-профілів та металеві протипожежні – в інженерних приміщеннях підвального поверху. Рішення з улаштування дверних прорізів – див. креслення АБ-2, АБ-13, АБ-19. Специфікація дверних прорізів – див.креслення АБ-18.

Заміна вікон передбачає демонтаж старих та встановлення нових вікон будівлі з ПВХ-профілю (двокамерні склопакети). Віконний блок кріпиться до з/б перемички та підвіконня за допомогою розпірних дюбелей М6х60 мммта монтажної поліуретанової

піни з обробкою герметиками. Віконні відкоси опоряджуються штукатуркою по армуючій склосітці з чарункою 5,0х5,0 мм. Рішення з встановлення вікон – див. креслення АБ-13.Специфікація віконних прорізів – див. креслення АБ-18.Розрахунки опору теплопередач вікон – див. Том 4 «Енергоефективність».

Термомодернізація (утеплення) існуючих зовнішніх залізобетонних стін будівлі виконується мінераловатними плитами "FRONTROCK SUPER" зλ=0,037 вт/м град b= 200 мм з улаштуванням вентильованих фасадних систем "ALBOND" негорючі. Утеплювач кріпиться до зовнішніх стін за допомогою тарільчатих дюбелів. Орієнтовна витрата дюбелів – 5 шт /1 м2.Рішення з утеплення зовнішніх стін – див. креслення АБ-13.Розрахунки опору теплопередач зовнішніх стін – див. Том 4«Енергоефективність».

Часткове закладання існуючих віконних прорізів цокольного та 1-7-го поверхів будівлі передбачено з глиняної повнотілої цегли b=250 мм з наступним утепленням мінераловатними плитами "FRONTROCK SUPER"з λ=0,037 вт/м град b= 200 мм та улаштуванням вентильованих фасадних систем ALBOND – негорючі. Дане проєктне рішення прийнято з метою зменшення тепловтрат будівлі з урахуванням розрахунку природньогоосвітлення існуючих приміщень у відповідності до вимог ДБНВ.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення». Колористичне рішення будівлі прийнято згідно "Паспорта зовнішнього опорядження" -див. Розділ ІІІ.- ***Колористичне рішення будівлі*** прийнято з урахуванням попереднього колористичного рішення будівлі та кольорової гами фасадів оточуючої забудови – корпусів Харківського політехнічного інституту. Кольори прийнято згідно таблиці RAL фірми-виробника вентильованих фасадних панелей "ALBOND" та погоджено Замовником. Паспорт зовнішнього опорядження – див. Розділ ІІІ даного Тому.

Утеплення покрівлі передбачає улаштування нових шарів покрівлі по існуючій з/б плиті перекриття (відм.+27,850) та покриття над цокольним поверхом (відм.0,000) в осях А-Б, 9-15 з відновленням швів цементно-піщаного розчину між плитами перекриття на окремих ділянках тавідновлення шару штукатурки на стелі. Верхній шар покрівельного килиму – руберoїд з крупнозерновою посипкою товщиною по нижньому шару руберoїд, що улаштовуються по армованій цементно-піщаній стяжці товщиною 70 мм та нахилообразуючому шару з легкого бетону. Утеплювач – мінераловатні плити "FRONTROCK SUPER" зλ=0,037 вт/м град b= 150 мм з пароізоляційним шаром по існуючій з/б плит перекриття. Вентиляційні канали вище перекриття покрівлі утеплюються мінераловатними плитами "FRONTROCK SUPER" товщиною 100 мм на механічних з'єднувачах з пластмасовою шайбою d=8 мм. Рішення з утеплення покрівлі – див. креслення АБ-4, АБ-13. Розрахунки опору теплопередач покрівлі – див. Том 4 «Енергоефективність».

Заміна фартуху парапету передбачає демонтаж пошкодженого та встановлення нового фартуху покрівлі. Конструкція фартуху – нащільник з оцинкованої сталі з полімерним покриттям, що улаштовується по металевій смузі 40 х4, L=800 закріпленої доконструкції парапетної стіни рамним розпорним дюбелем 10х120 мм з кроком 500 мм. Параметри фартуху приймаються з урахуванням утеплення

стіни парапету. Висота парапету від покриття покрівлі (відм.+28,200)приймається згідно вимог ДБН В.2.6-220:2017 "Покриття будівель і споруд". Рішення з заміни фартуху парапету - див. креслення АБ-13.

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 кабінеті поз. 3 на сьомому поверсі двері приміщення з осередком пожежі прийняті відчинені.
2. "Сценарій 2", виникнення пожежі в кімнаті викладачів поз. 41 на сьомому поверсі двері приміщення з осередком пожежі прийняті відчинені.
3. "Сценарій 3", виникнення пожежі в аудиторії поз. 3 на п'ятому поверсі двері приміщення з осередком пожежі прийняті відчинені.
4. "Сценарій 4", виникнення пожежі в методичному кабінеті поз. 2 на четвертому поверсі двері приміщення з осередком пожежі прийняті відчинені.
5. "Сценарій 5", виникнення пожежі в бібліотекі поз. 39 на другому поверсі двері приміщення з осередком пожежі прийняті відчинені.
6. "Сценарій 6", виникнення пожежі в їдальні поз. 34 на першому поверсі двері приміщення з осередком пожежі прийняті відчинені.

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 приміщень, що можуть мати пожежне навантаження та розташовані найближче до одного із евакуаційних виходів з поверху.

Таблиця 1. Пожежне навантаження для "Сценарій 1"

Параметр	Од. вим.	Значення
Площа вогнища	м^2	1,929
Час моделювання	С	600
Типове пожежне навантаження		Адміністративні приміщення, учбові класи, кабінети
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·м²/кг	47,7
yF– Питома масова швидкість вигоряння	кг/(м²·с)	0,014
Макс. вихід CO2	кг/кг	1,478
Макс. вихід CO	кг/кг	0,03
Макс. вихід HCl	кг/кг	0,0058
Питома потужність	кВт/м²	190,12
Максимальна потужність	кВт	366,838

Таблиця 2. Пожежне навантаження для "Сценарій 2"

Параметр	**Од. вим.**	**Значення**
Площа вогнища	м^2	1,913
Час моделювання	С	600
Типове пожежне навантаження		Адміністративні приміщення, учбові класи, кабінети
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·м²/кг	47,7
yF– Питома масова швидкість вигоряння	кг/(м²·с)	0,014
Макс. вихід CO2	кг/кг	1,478
Макс. вихід CO	кг/кг	0,03
Макс. вихід HCl	кг/кг	0,0058
Питома потужність	кВт/м²	190,12
Максимальна потужність	кВт	363,769

Таблиця 3. Пожежне навантаження для "Сценарій 3"

Параметр	**Од. вим.**	**Значення**
Площа вогнища	м^2	1,479
Час моделювання	С	500
Типове пожежне навантаження		Меблі, дерево (0,9+0,1)
h – Коефіцієнт повноти горіння		0,97
Q – Нижча теплота згоряння	МДж/кг	14400
v – Лінійна швидкість поширення полум'я	м/с	0,0154
LO2 – Питома витрата кисню	кг/кг	1,288
Dm – димоутворююча здатність матеріалу	Нп·м²/кг	84,1
yF– Питома масова швидкість вигоряння	кг/(м²·с)	0,014
Макс. вихід CO2	кг/кг	1,55
Макс. вихід CO	кг/кг	0,037

Макс. вихід HCl	кг/кг	0,004
Питома потужність	кВт/м^2	195,552
Максимальна потужність	кВт	289,248

Таблиця 4. Пожежне навантаження для "Сценарій 4"

Параметр	**Од. вим.**	**Значення**
Площа вогнища	м^2	1,489
Час моделювання	С	500
Типове пожежне навантаження		Грамадські будинки
h – Коефіцієнт повноти горіння		0,97
Q – Нижча теплота згоряння	МДж/кг	14000
v – Лінійна швидкість поширення полум'я	м/с	0,015
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)	0,014
Макс. вихід CO2	кг/кг	1,48
Макс. вихід CO	кг/кг	0,03
Макс. вихід HCl	кг/кг	0,006
Питома потужність	кВт/м^2	190,12
Максимальна потужність	кВт	283,206

Таблиця 5. Пожежне навантаження для "Сценарій 5"

Параметр	Од. вим.	Значення
Площа вогнища	м^2	1,216
Час моделювання	С	500
Типове пожежне навантаження		Бібліотеки, архіви
h – Коефіцієнт повноти горіння		0,93
Q – Нижча теплота згоряння	МДж/кг	14500
v – Лінійна швидкість поширення полум'я	м/с	0,008
LO2 – Питома витрата кисню	кг/кг	1,154
Dm – димоутворююча здатність матеріалу	Нп·м²/кг	49,5
yF– Питома масова швидкість вигоряння	кг/(м²·с)	0,011
Макс. вихід CO2	кг/кг	1,109
Макс. вихід CO	кг/кг	0,0974
Макс. вихід HCl	кг/кг	0
Питома потужність	кВт/м²	148,335
Максимальна потужність	кВт	180,507

Таблиця 6. Пожежне навантаження для "Сценарій 6"

Параметр	Од. вим.	Значення
Площа вогнища	м^2	2,644
Час моделювання	С	600
Типове пожежне навантаження		Зала їдальні

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·м²/кг	82
yF– Питома масова швидкість вигоряння	кг/(м²·с)	0,015
Макс. вихід CO2	кг/кг	1,285
Макс. вихід CO	кг/кг	0,0022
Макс. вихід HCl	кг/кг	0,006
Питома потужність	кВт/м²	200,79
Максимальна потужність	кВт	530,998

Параметри довкілля:

- Температура середовища: 20 ℃;
- Температура у приміщеннях: 20 ℃;
- Вологість повітря: 40 %;
- Атмосферний тиск: 101325 Па.

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/м²;

- 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:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\rho \cdot u_j\right) = 0. \qquad (A.78)$$

Рівняння збереження імпульсу:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \cdot u_i) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho \cdot u_j \cdot u_i) = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} + \rho \cdot g_i. \quad (A.79)$$

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

$$\tau_{ij} = \mu \cdot \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot \frac{\partial u_k}{\partial x_k} \cdot \delta_{ij}. \quad (A.80)$$

Рівняння енергії:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \cdot h) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho \cdot u_j \cdot h) = \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\frac{\lambda}{c_p} \cdot \frac{\partial h}{\partial x_j} \right) - \frac{\partial q_j^R}{\partial x_j}, \quad (A.81)$$

де,

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

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

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

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

$c_{p,k}$ – 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*:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \cdot Y_k) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho \cdot u_j \cdot Y_k) = \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\rho \cdot D \cdot \frac{\partial Y_k}{\partial x_j} \right) + S_k. \quad (A.82)$$

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

Для суміші газів воно має такий вигляд:

$$p = \rho \cdot R_0 \cdot T \cdot \sum_k \frac{Y_k}{M_k}, \quad (A.83)$$

де p – абсолютний тиск суміші газів, Па;

ρ – густина газу, кг/м^3;

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 диференційні рівняння в частинних похщних, що описують просторово-часовий розподіл температури і швидкостей газового середовища в приміщенні, концентрацій компонентів газового середовища (кисню, продуктів горіння і т.д.), тисків і густини.

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 6.8.0-0, 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.

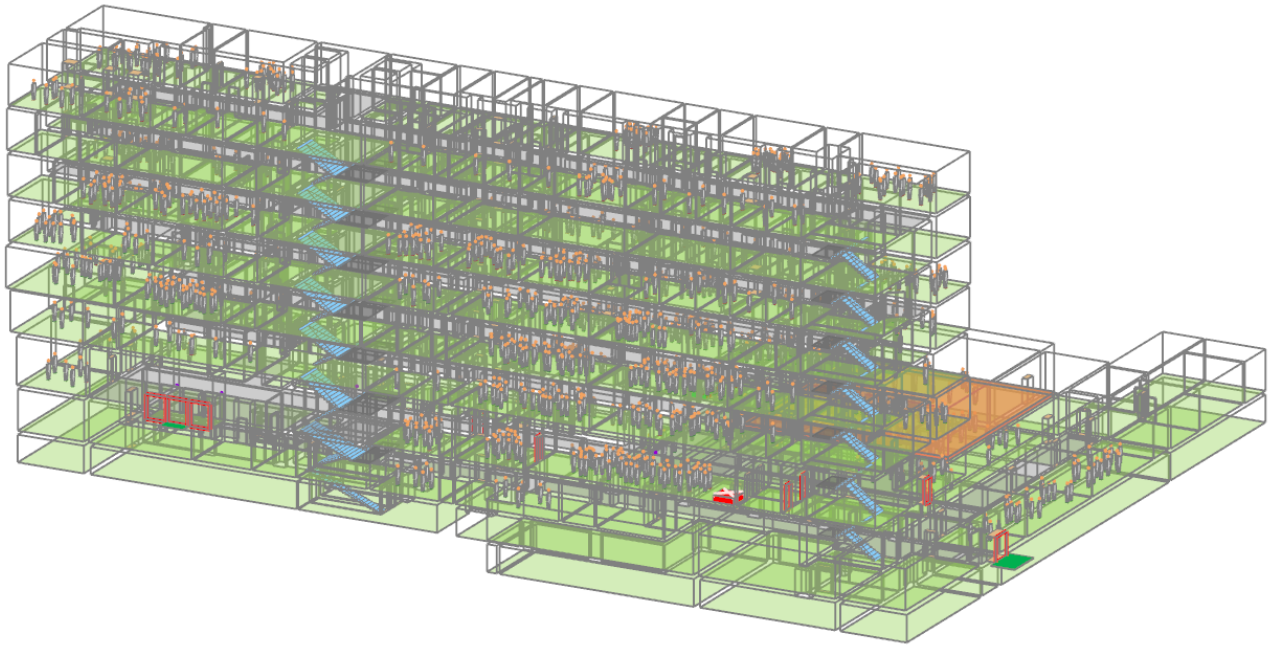
Розрахунок виконано на версії FDS 6.8.0.

Необхідно відзначити, що при використанні польової 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).

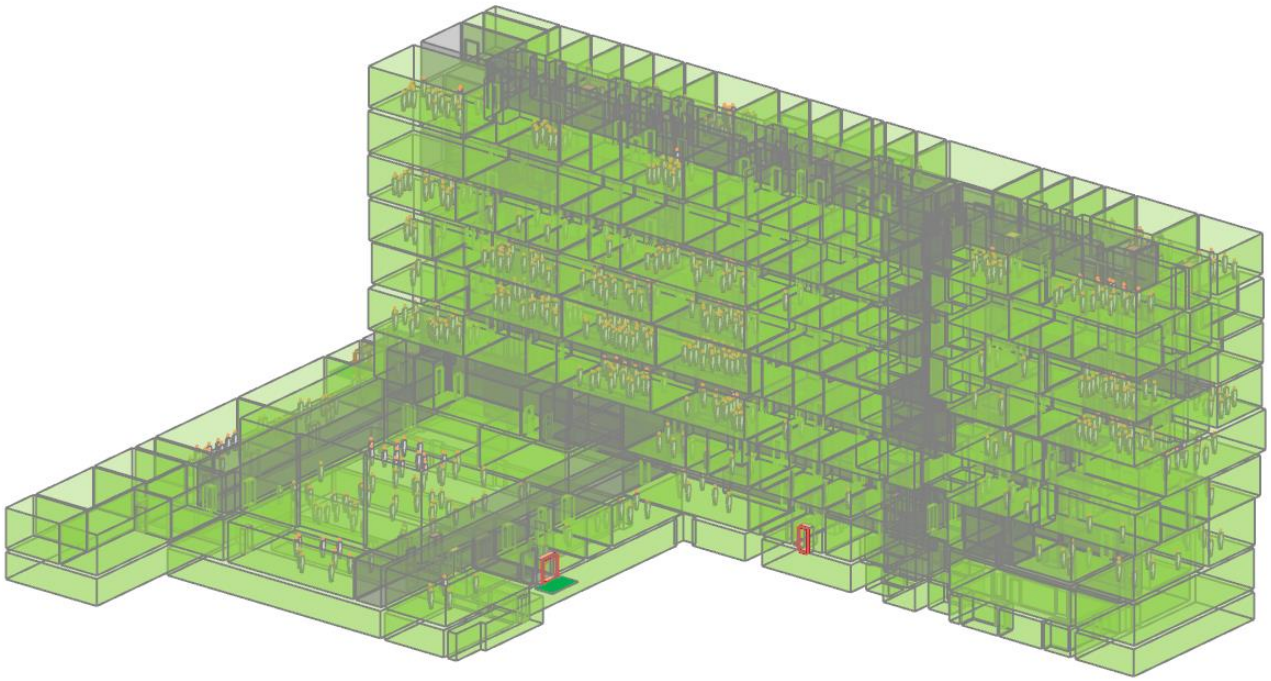
Визначається час блокування $t_{бл}$:

$$t_{бл} = \min\{t_{кр}^{Т},\ t_{кр}^{Т.П.},\ t_{кр}^{В.В.},\ t_{кр}^{O_2}, t_{кр}^{Т.Г.}\} \quad (А.32)$$

6.3. Визначення часу блокування шляхів евакуації за розгорнутими сценаріями.



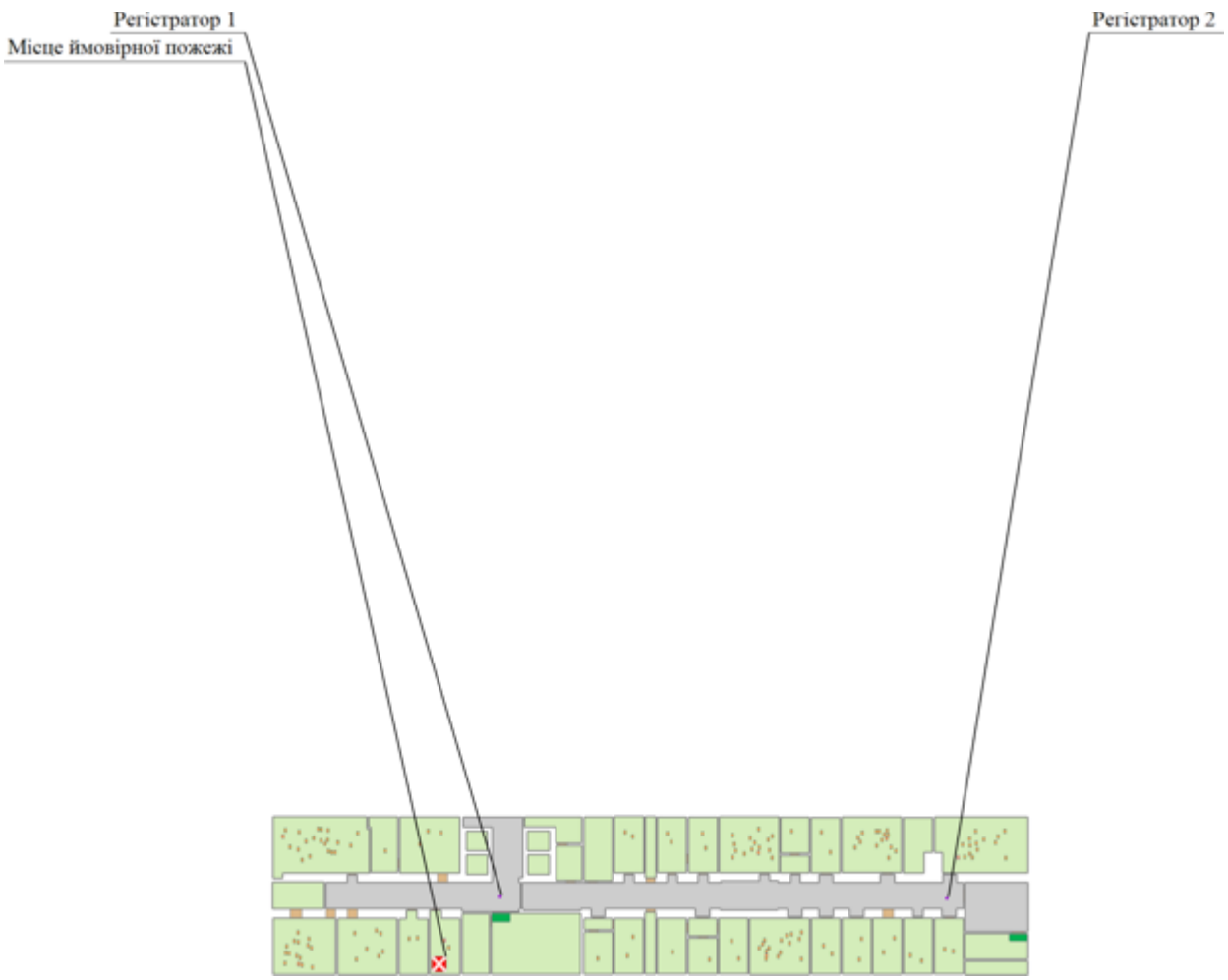
Зовнішній вигляд моделі об'єкта



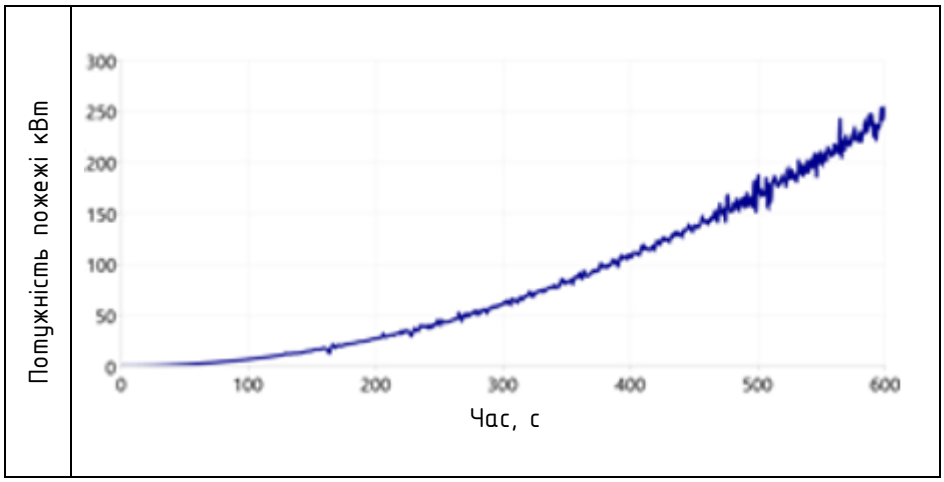
Зовнішній вигляд моделі об'єкта

Сценарій 1

Осередок пожежі та схема розміщення контрольних точок вимірювання НЧП



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

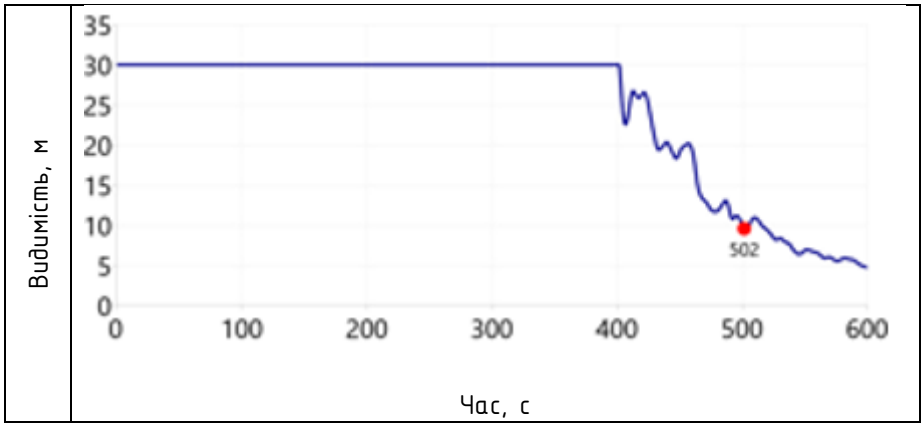


Графік зростання потужності пожежі (Сценарій 1)

Нижче наведено графіки критичної тривалості пожежі по кожному з газоподібних продуктів горіння в розрахункових точках вимірювання НЧП.

Показані графіки лише з критичними значеннями НЧП.

Регістратор 1



· – час досягнення критичного значення (Сценарій 1)

Нижче представлені малюнки, що ілюструють розподіл НЧП лише з критичними значеннями.

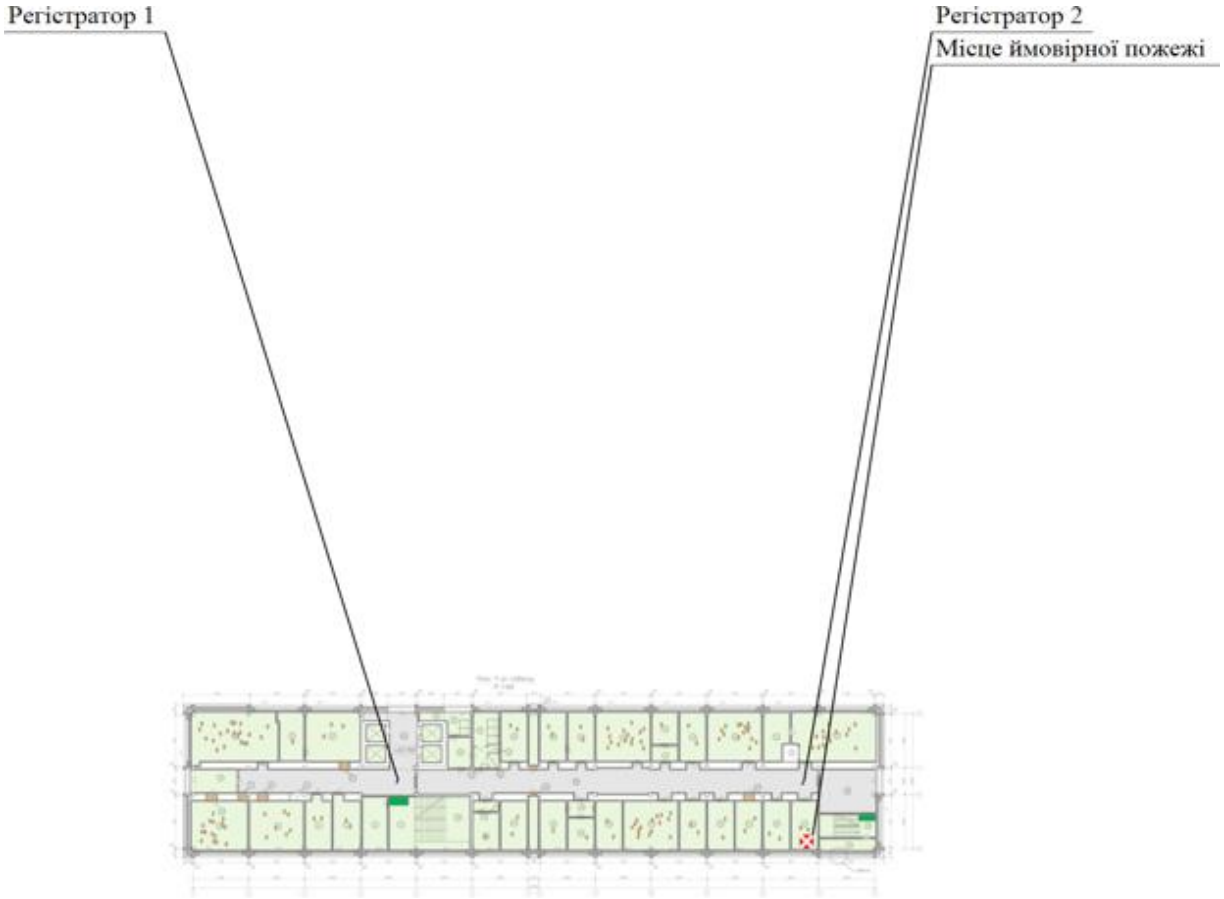
Втрата видимості на 360 сек. в "Сценарій 1".

Результати розрахунку часу блокування НЧП евакуаційних виходів у "Сценарій 1"

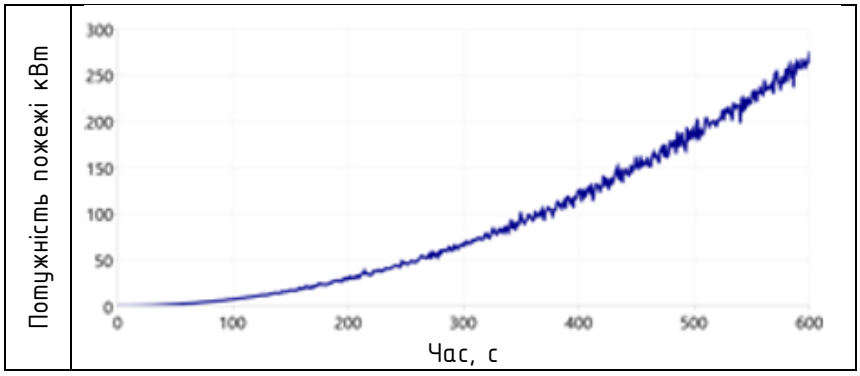
Розрахункова ділянка	Час блокування НЧП евакуаційних виходів, с							
	Температура	Видимість	O_2	CO_2	CO	HCl	Тепловий потік	Блокування
Регістратор 1 (1,7 м)	>600	501,613	>600	>600	>600	490,903	>600	490,903
Регістратор 2 (1,7 м)	>600	>600	>600	>600	>600	>600	>600	>600

Сценарій 2

Осередок пожежі та схема розміщення контрольних точок вимірювання НЧП



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

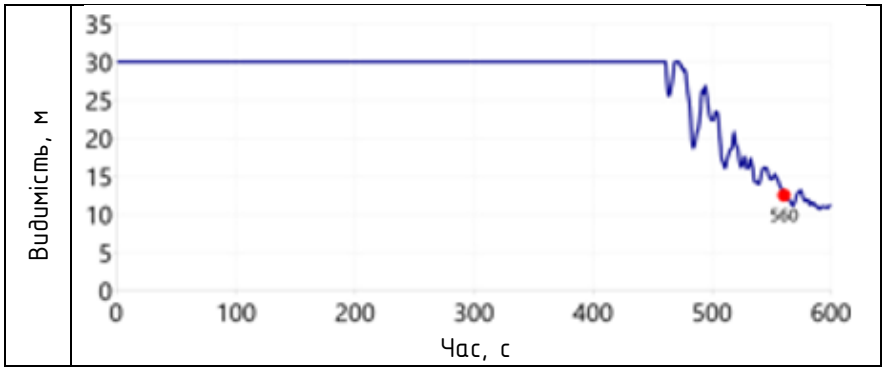


Графік зростання потужності пожежі (Сценарій 2)

Нижче наведено графіки критичної тривалості пожежі по кожному з газоподібних продуктів горіння в розрахункових точках вимірювання НЧП.

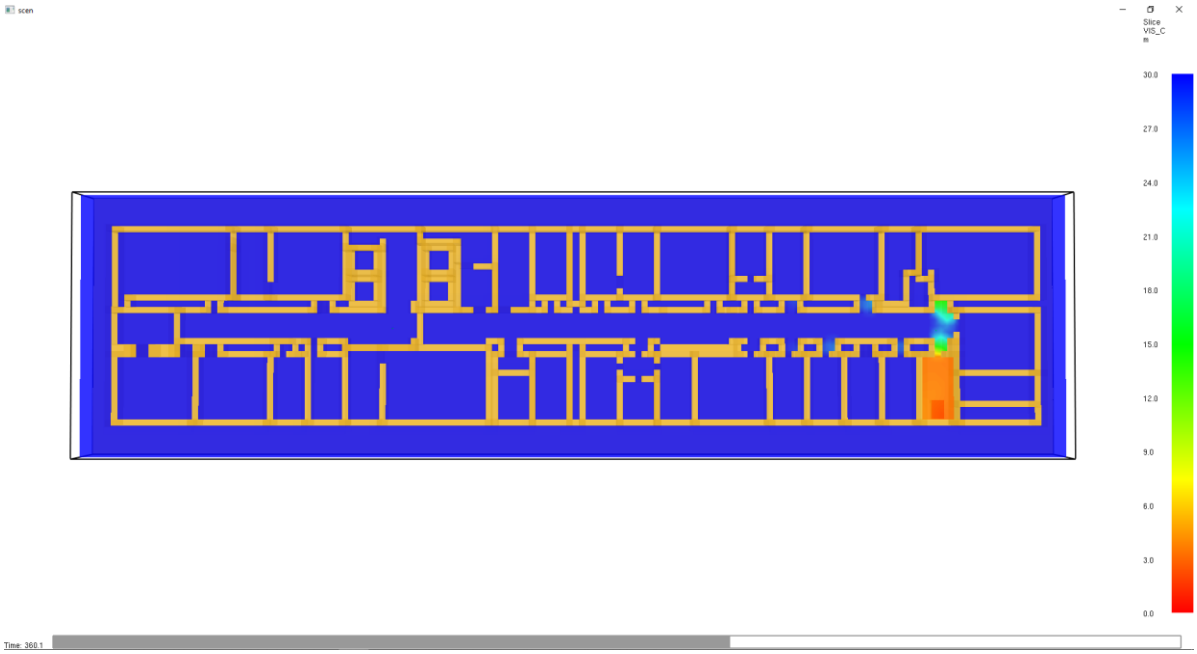
Показані графіки лише з критичними значеннями НЧП.

Регістратор 2



- – час досягнення критичного значення (Сценарій 2)

Нижче представлені малюнки, що ілюструють розподіл НЧП з критичними значеннями.

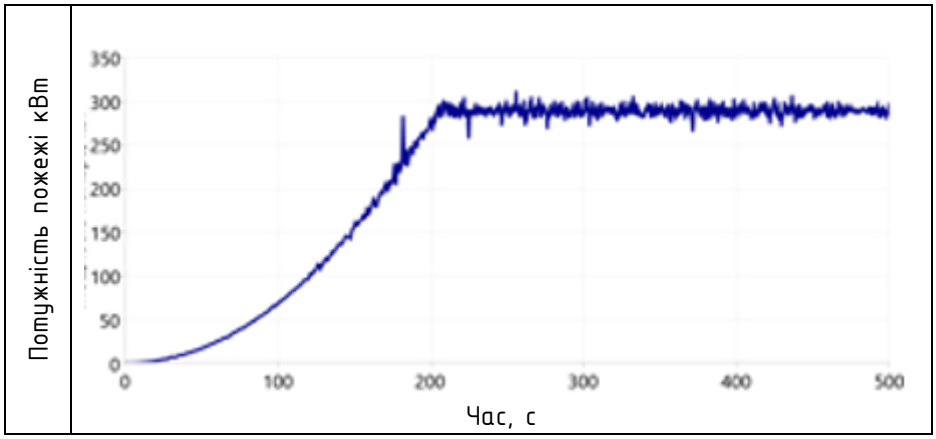


Втрата видимості на 360 сек. в "Сценарій 2".

Результати розрахунку часу блокування НЧП евакуаційних виходів у "Сценарій 2"

Розрахункова ділянка	Час блокування НЧП евакуаційних виходів, с							
	Температура	Видимість	O_2	CO_2	CO	HCl	Тепловий потік	Блокування
Регістратор 1 (1,7 м)	>600	>600	>600	>600	>600	>600	>600	>600
Регістратор 2 (1,7 м)	>600	560,4	>600	>600	>600	566,456	>600	560,4

Розрахункова схема поверху будівлі з місцями розміщення вогнища ймовірної пожежі в приміщеннях, розрахунковими точками вимірювання НЧП для Сценарій 3.

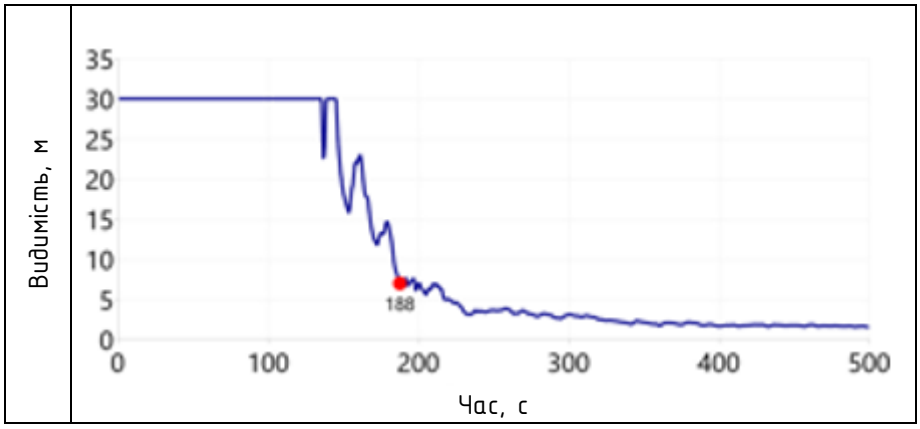


Графік зростання потужності пожежі (Сценарій 3)

Нижче наведено графіки критичної тривалості пожежі по кожному з газоподібних продуктів горіння в розрахункових точках вимірювання НЧП.

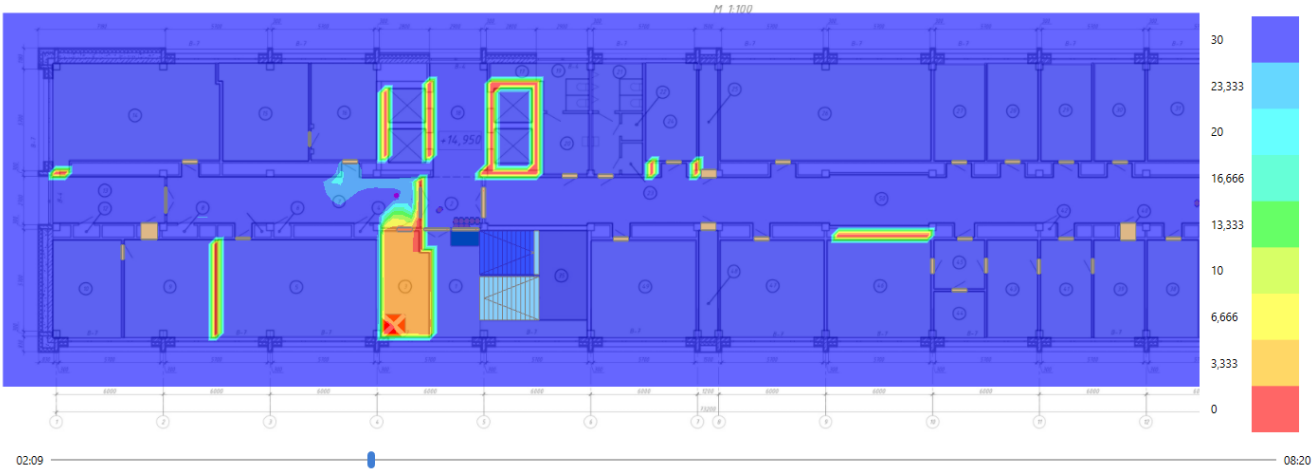
Показані графіки лише з критичними значеннями НЧП.

Регістратор 1

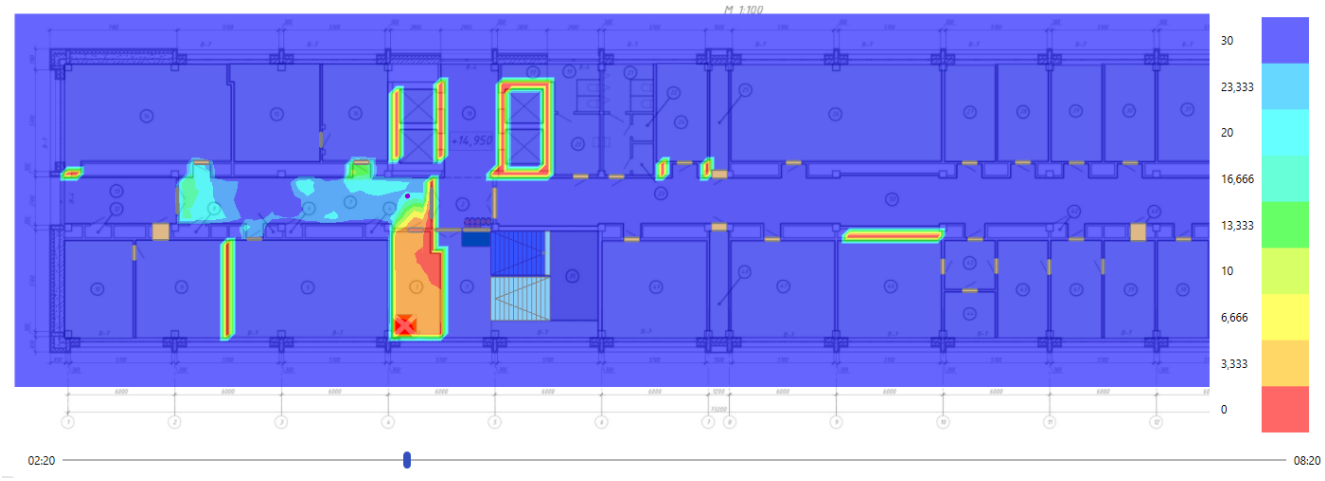


· – час досягнення критичного значення (Сценарій 3)

Нижче представлені малюнки, що ілюструють розподіл НЧП з критичними значеннями.



Втрата видимості на 129 сек. в "Сценарій 3".

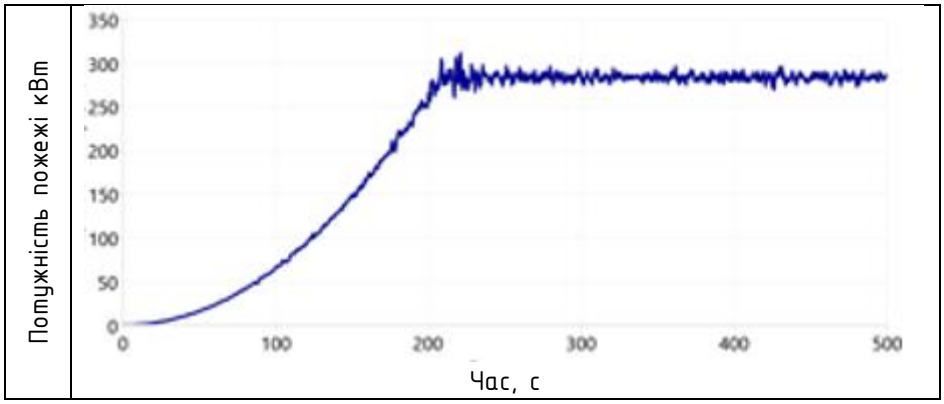


Втрата видимості на 140 сек. в "Сценарій 3".

Результати розрахунку часу блокування НЧП евакуаційних виходів у "Сценарій 3"

Розрахункова ділянка	Час блокування НЧП евакуаційних виходів, с							
	Температура	Видимість	O_2	CO_2	CO	HCl	Тепловий потік	Блокування
Регістратор 1 (1,7 м)	>500	187,5 12	>500	>500	>500	226,0 16	>500	187,5 12

Розрахункова схема поверху будівлі з місцями розміщення вогнища ймовірної пожежі в приміщеннях, розрахунковими точками вимірювання НЧП для Сценарій 4.

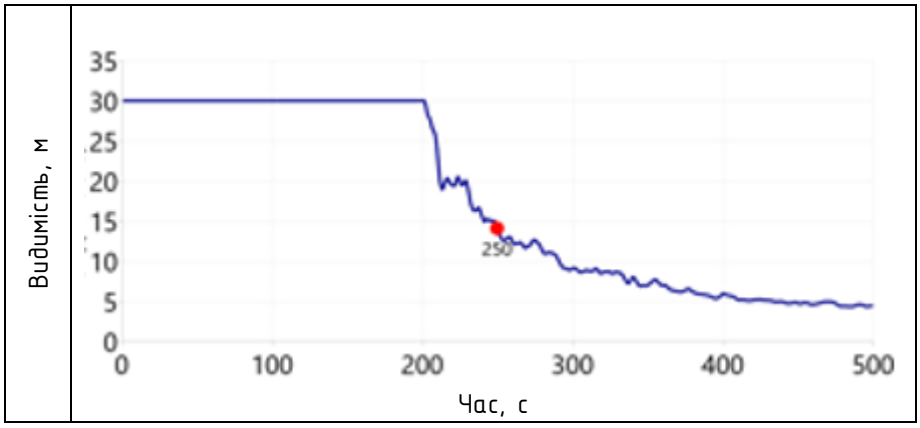


Графік зростання потужності пожежі (Сценарій 4)

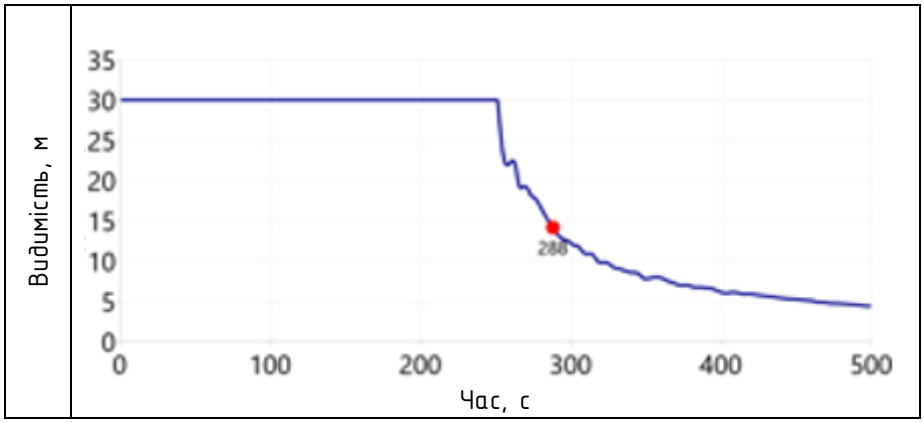
Нижче наведено графіки критичної тривалості пожежі по кожному з газоподібних продуктів горіння в розрахункових точках вимірювання НЧП.

Показані графіки лише з критичними значеннями НЧП.

Регістратор 1

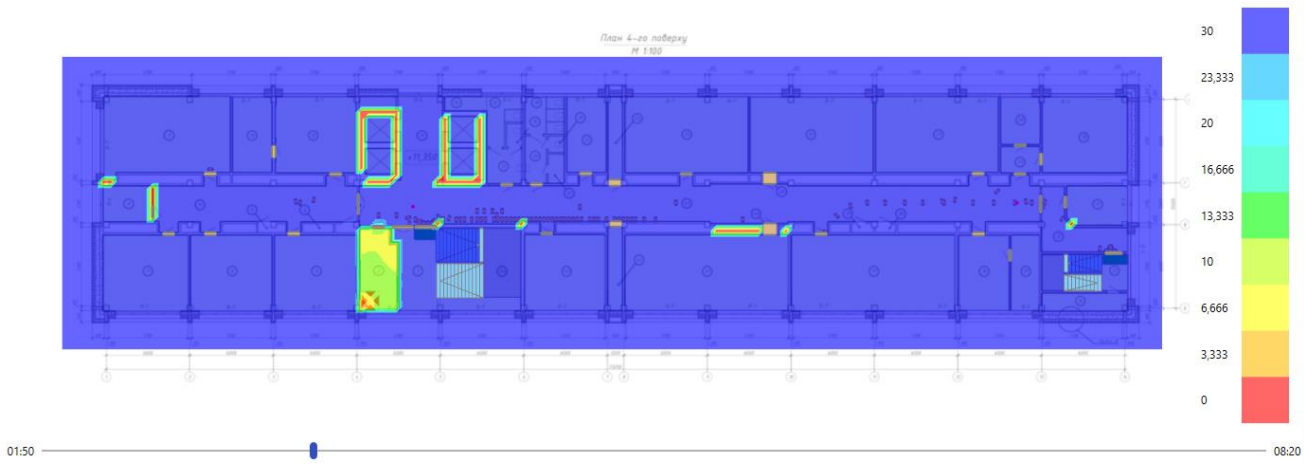


Регістратор 2

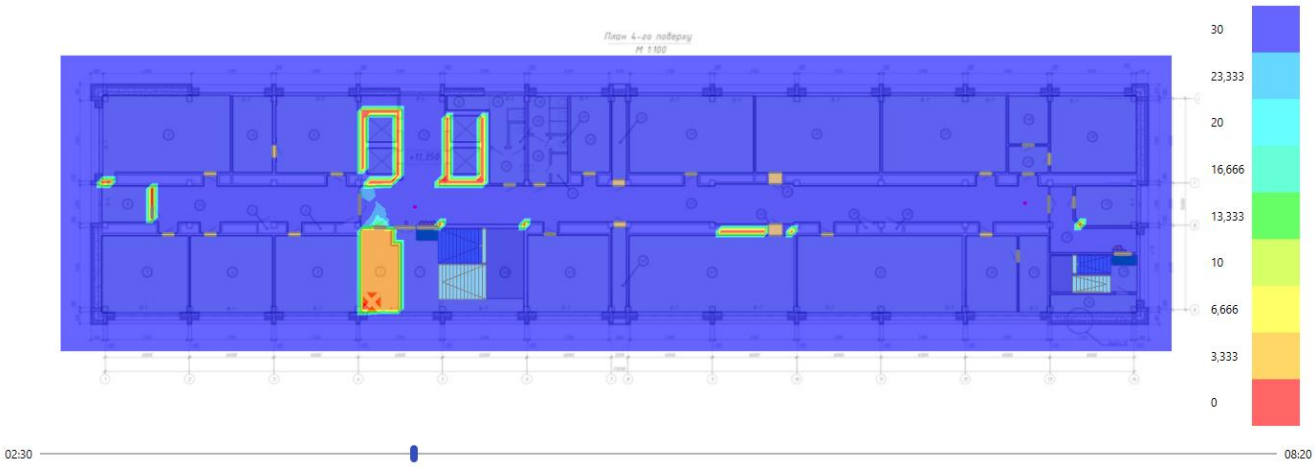


- – час досягнення критичного значення (Сценарій 4)

Нижче представлені малюнки, що ілюструють розподіл НЧП з критичними значеннями.



Втрата видимості на 110 сек. в "Сценарій 4".

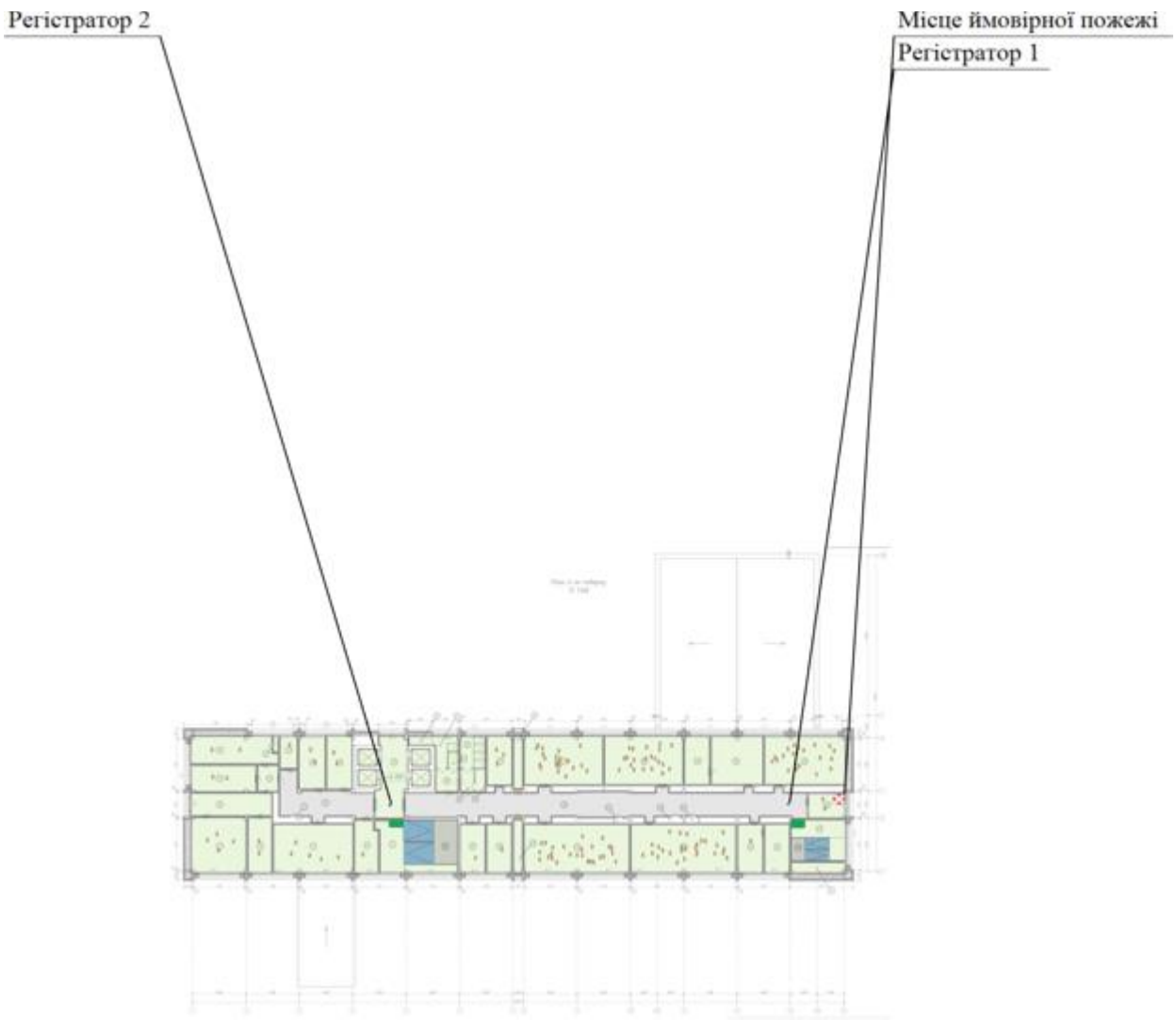


Втрата видимості на 150 сек. в "Сценарій 4".

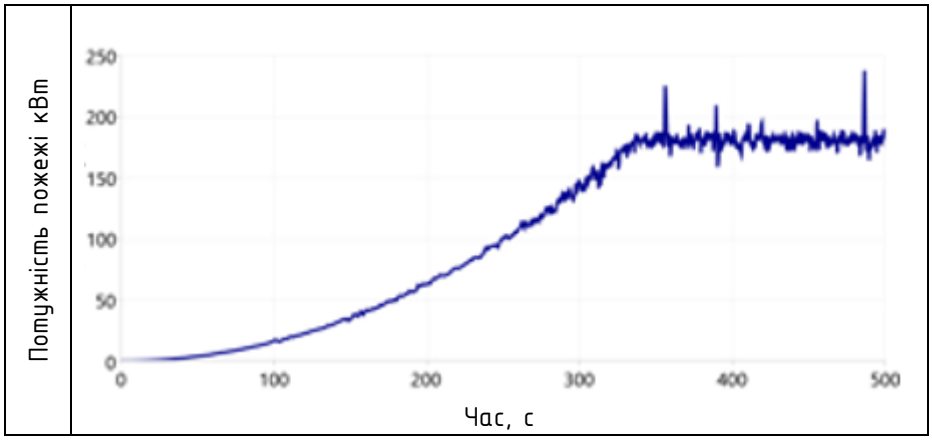
Втрата видимості на 270 сек. в "Сценарій 4".

Результати розрахунку часу блокування НЧП евакуаційних виходів у "Сценарій 4"

Розрахункова ділянка	Час блокування НЧП евакуаційних виходів, с							
	Температура	Видимість	O_2	CO_2	CO	HCl	Тепловий потік	Блокування
Регістратор 1 (1,7 м)	>500	249,551	>500	>500	>500	267,599	>500	249,551
Регістратор 2 (1,7 м)	>500	288,02	>500	>500	>500	305,036	>500	288,02



Розрахункова схема поверху будівлі з місцями розміщення вогнища ймовірної пожежі в приміщеннях, розрахунковими точками вимірювання НЧП для Сценарій 5.

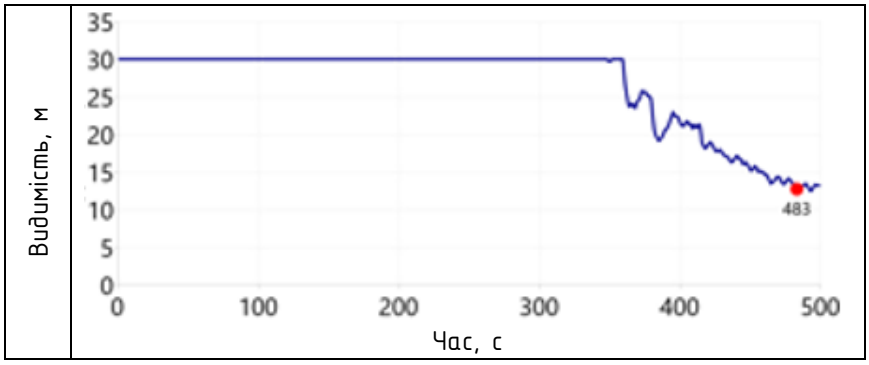


Графік зростання потужності пожежі (Сценарій 5)

Нижче наведено графіки критичної тривалості пожежі по кожному з газоподібних продуктів горіння в розрахункових точках вимірювання НЧП.

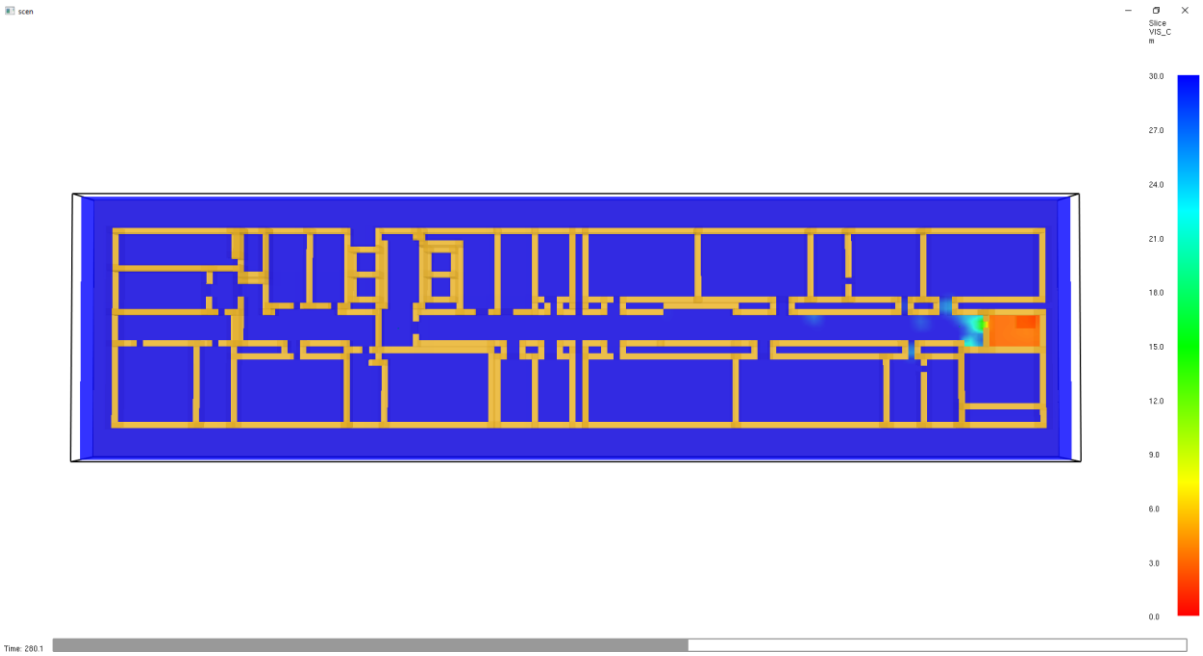
Показані графіки лише з критичними значеннями НЧП.

Регістратор 1



- – час досягнення критичного значення (Сценарій 5)

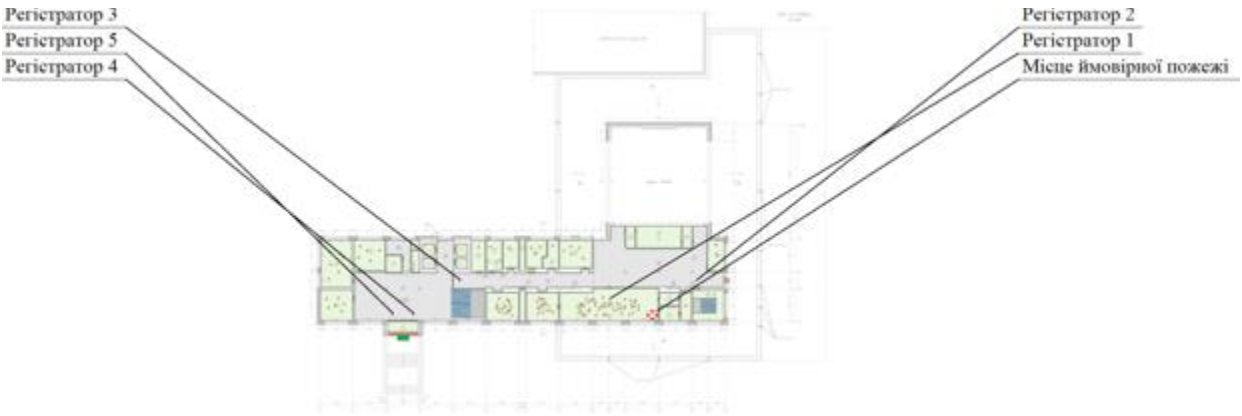
Нижче представлені малюнки, що ілюструють розподіл НЧП з критичними значеннями.



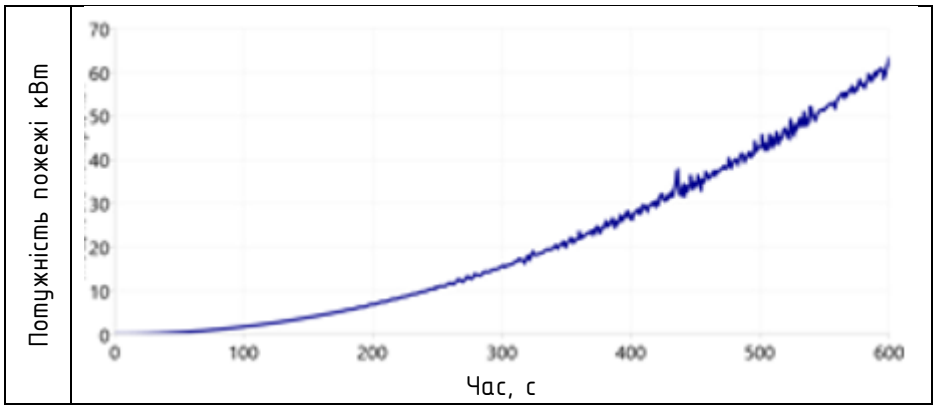
Втрата видимості на 280 сек. в "Сценарій 5".

Результати розрахунку часу блокування НЧП евакуаційних виходів у "Сценарій 5"

Розрахункова ділянка	Час блокування НЧП евакуаційних виходів, с							
	Температура	Видимість	O_2	CO_2	CO	HCl	Тепловий потік	Блокування
Регістратор 1 (1,7 м)	>500	483,118	>500	>500	>500	>500	>500	483,118
Регістратор 2 (1,7 м)	>500	>500	>500	>500	>500	>500	>500	>500



Розрахункова схема поверху будівлі з місцями розміщення вогнища ймовірної пожежі в приміщеннях, розрахунковими точками вимірювання НЧП для Сценарій 6.

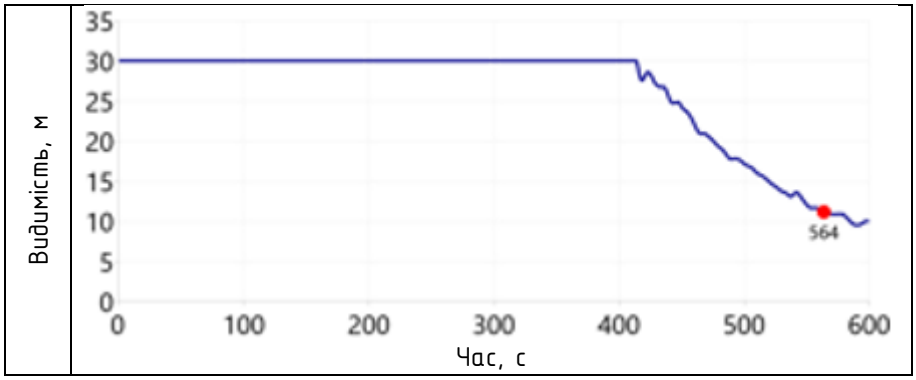


Графік зростання потужності пожежі (Сценарій 6)

Нижче наведено графіки критичної тривалості пожежі по кожному з газоподібних продуктів горіння в розрахункових точках вимірювання НЧП.

Показані графіки лише з критичними значеннями НЧП.

Регістратор 1



· – час досягнення критичного значення (Сценарій 6)

Нижче представлені малюнки, що ілюструють розподіл НЧП з критичними значеннями.

Втрата видимості на 420 сек. в "Сценарій 6".

Результати розрахунку часу блокування НЧП евакуаційних виходів у "Сценарій 6"

Розрахункова ділянка	Час блокування НЧП евакуаційних виходів, с							
	Температура	Видимість	O_2	CO_2	CO	HCl	Тепловий потік	Блокування
Регістратор 1 (1,7 м)	>600	563,5	>600	>600	>600	>600	>600	563,5
Регістратор 2 (1,7 м)	>600	>600	>600	>600	>600	>600	>600	>600
Регістратор 3 (1,7 м)	>600	>600	>600	>600	>600	>600	>600	>600
Регістратор 4 (1,7 м)	>600	>600	>600	>600	>600	>600	>600	>600
Регістратор 5 (1,7 м)	>600	>600	>600	>600	>600	>600	>600	>600

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):

$$t_{эв.} < t_{бл.},$$

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:

$$q_i \leq q_{max}. \qquad (А.12)$$

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.

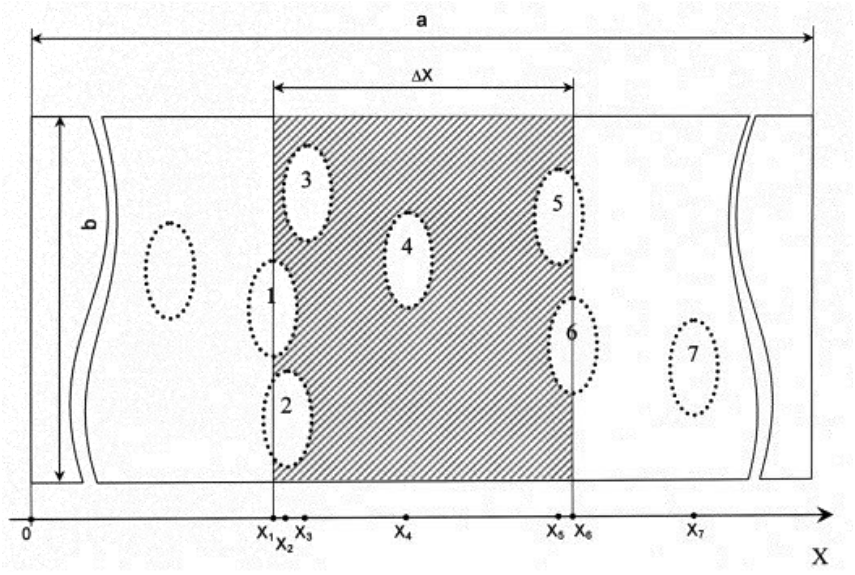
Під час розрахунку за габарити людини в плані прийнято площу її горизонтальної проекції згідно з (А.7.4 ДСТУ 8828:2019). Задаються координати кожної людини xi – відстань від центра проекції до кінця евакуаційної ділянки, на якій вона знаходиться (рис. А.2 ДСТУ 8828:2019).

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:

$$x_i(t) = x_i(t - \mathrm{D}t) - V_i(t) \cdot \Delta t \text{ м}, \quad (А.14)$$

де $x_i(t - \Delta t)$ — координата i-ї людини в попередній момент часу, м;
$V_i(t)$ — швидкість i-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:

$$D^i(t) = (n(t) - 1) \cdot f / (b \cdot \Delta x)\ м^2/м^2, \quad (А.15)$$

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 (А.14), 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:

$$x^i(t) = [x^i(t - dt) - V^i(t) \cdot dt] + a^j - l^j м, \quad (А.16)$$

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

$V_i(t)$ – швидкість i-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 $Q_i(t)$ за формулою:

$$Q_i(t) = q_j(t) \cdot c_j \cdot \frac{d(t)}{f \cdot 60}\ люд, \quad (А.17)$$

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-ій* евакуаційній ділянці $Dv_j(t)$ у момент часу *t* визначається за формулою:

$$Dv_j(t) = \frac{(N_j \cdot f \cdot dt)}{(a_j \cdot b_j)} \text{ м}^2/\text{м}^2, \quad (А.18)$$

де: N_j – кількість людей на *j-ій* 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;

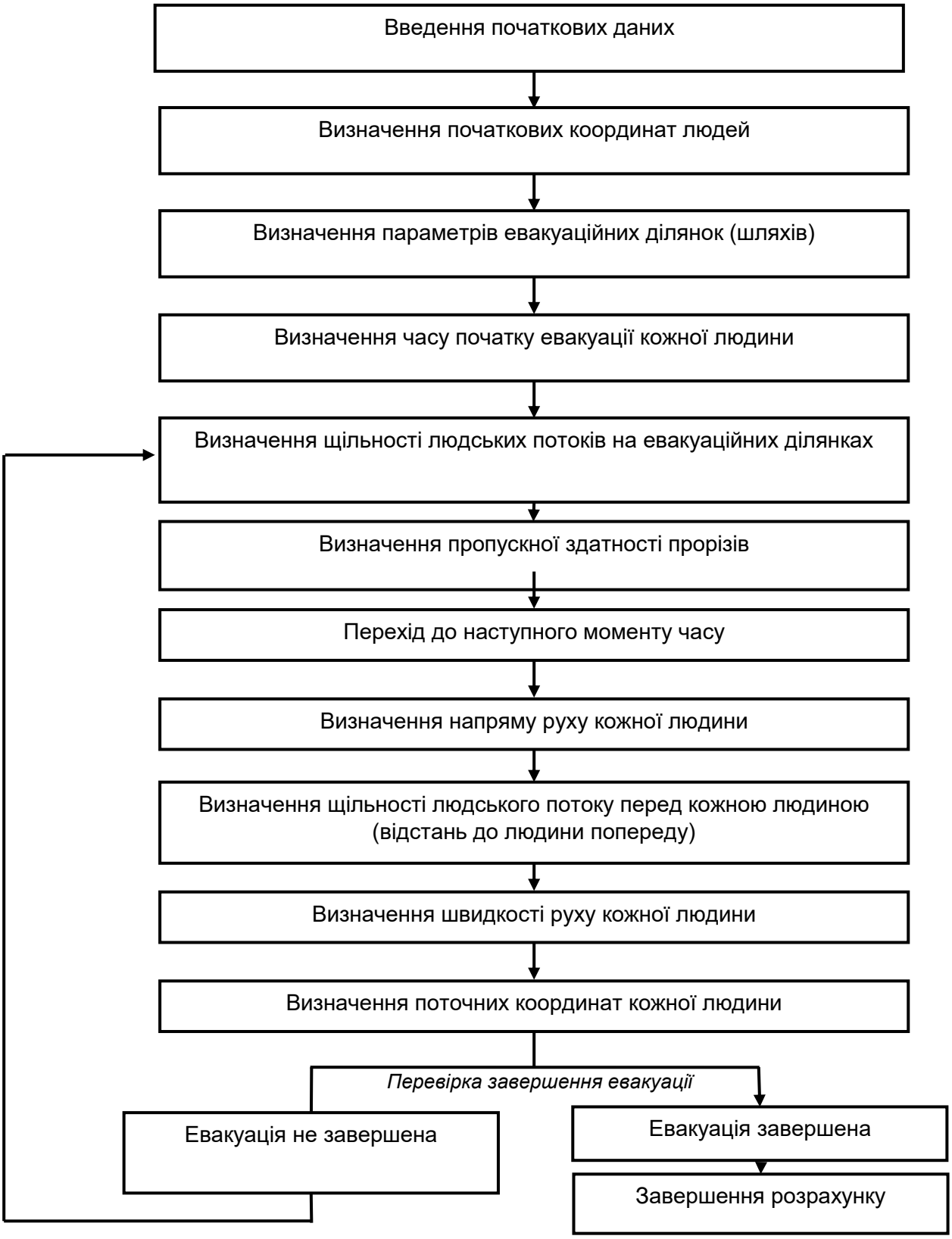
dt – проміжок часу, с.

У момент часу *t* визначається кількість людей *m* із від'ємними координатами $x_i(t)$, визначеними за формулою (А.14). 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 початкову 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.

Будівля учбового корпусу підлягає обладнанню системою керування евакуюванням - СО 3 (п. 5.3 додатка Б ДБН В.2.5-56:2014). Відповідно до вимог таблиці

А.3 ДСТУ 8828:2019 інтервал тривалості від виникнення пожежі до початку евакуації приймаємо 90 секунд.

Для приміщення осередку пожежі значення часу початку евакуації $t_{пе}$ (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.

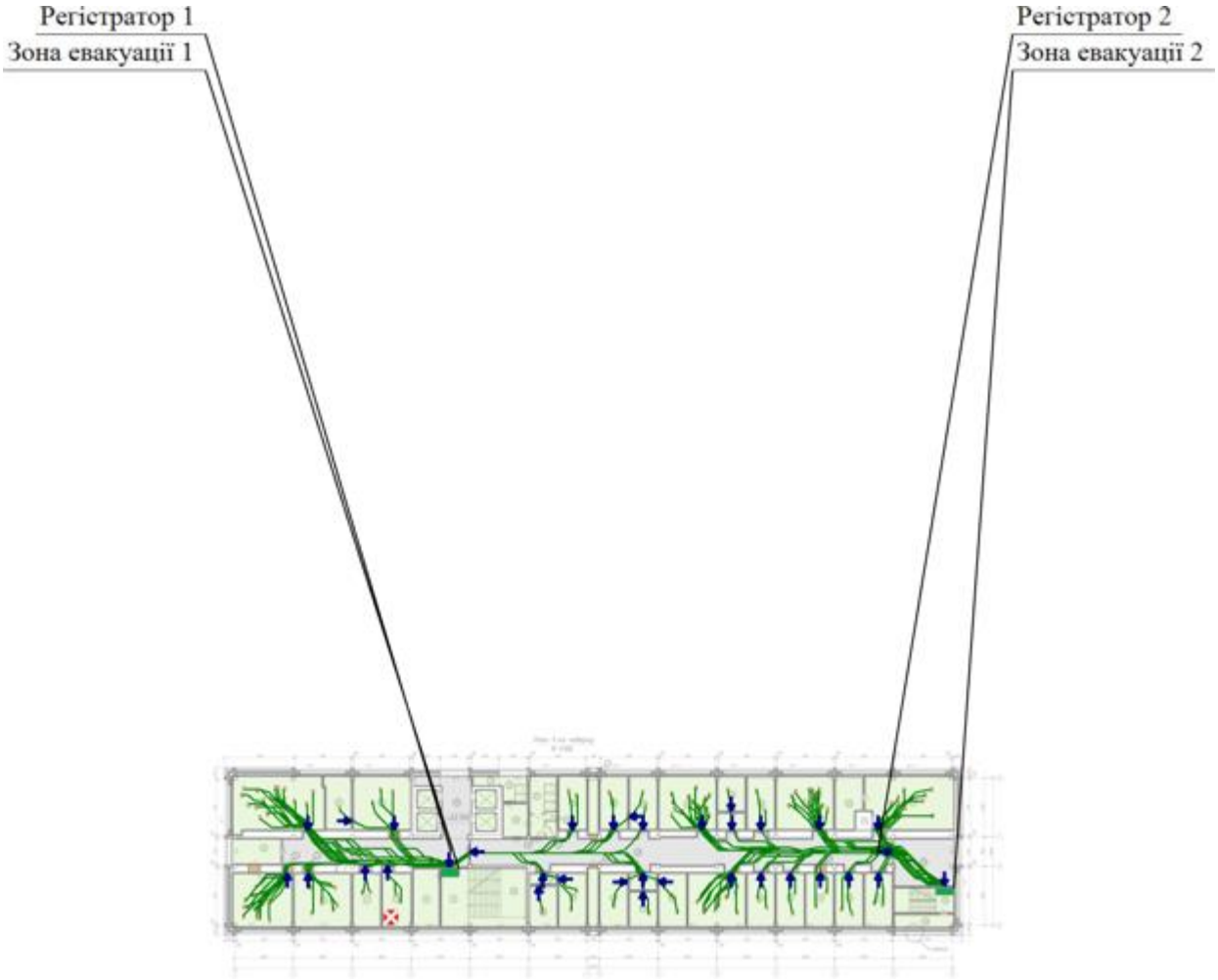
У розрахункових схемах враховуються тільки ті шляхи руху людей, що відповідають вимогам, які встановлені до шляхів евакуації.

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.

3.3.1. Розрахункові схеми визначення розрахункового часу евакуації людей з будівлі



Розрахункова схема евакуації для Сценарій 1.

Час руху до виходів:

Поверх	Вихід	Час та кількість людей
7	Зона евакуації 1	127 с (64 люд.)
7	Зона евакуації 2	140 с (74 люд.)

M1; M2; M3; M4;

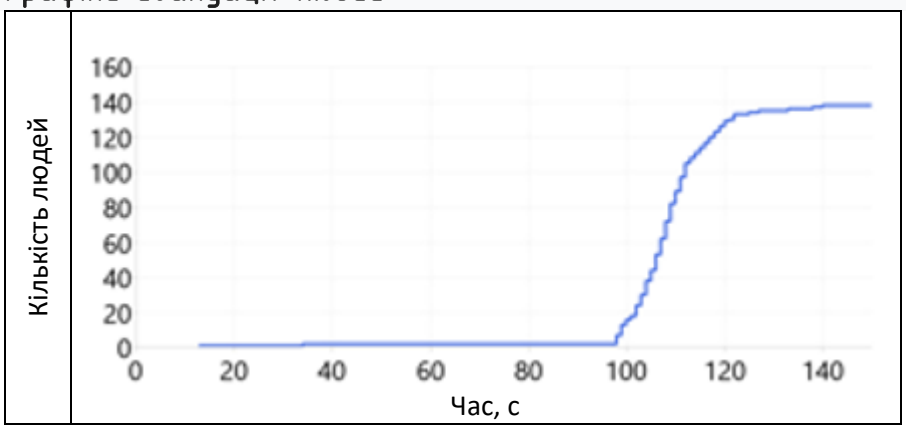
Для сценарій 1 враховані групи мобільності, а саме:

M1: 131;

M2: 1;

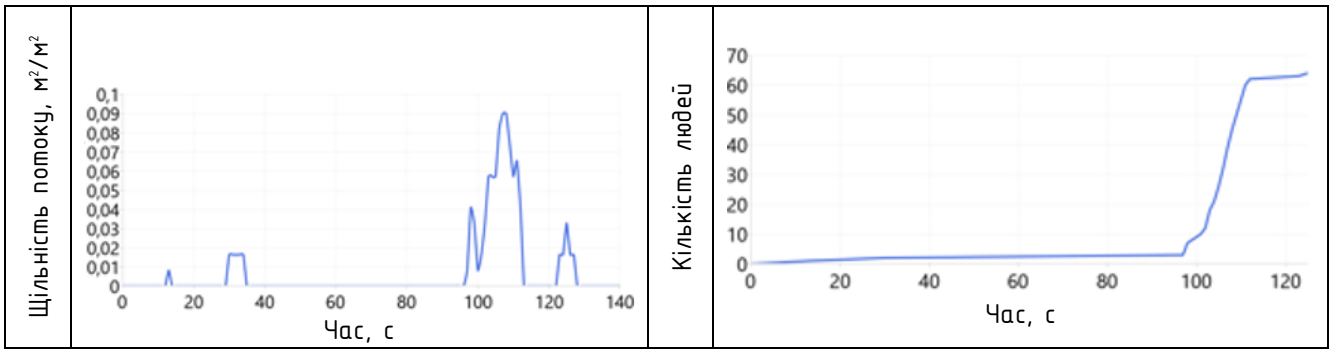
M3: 5;

Графіки евакуації людей



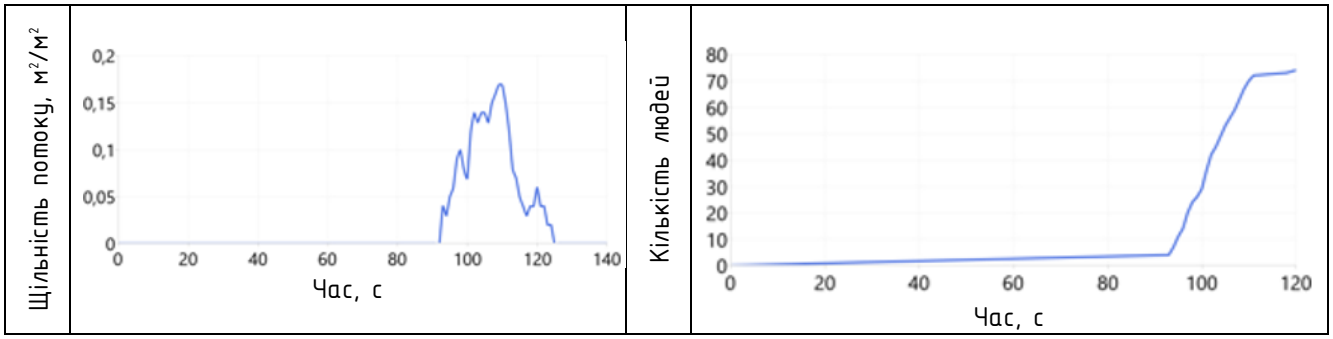
Динаміка евакуації людей із будівлі (Сценарій 1)

Графіки зміни параметрів руху людських потоків через розрахункові ділянки в (Сценарій 1)

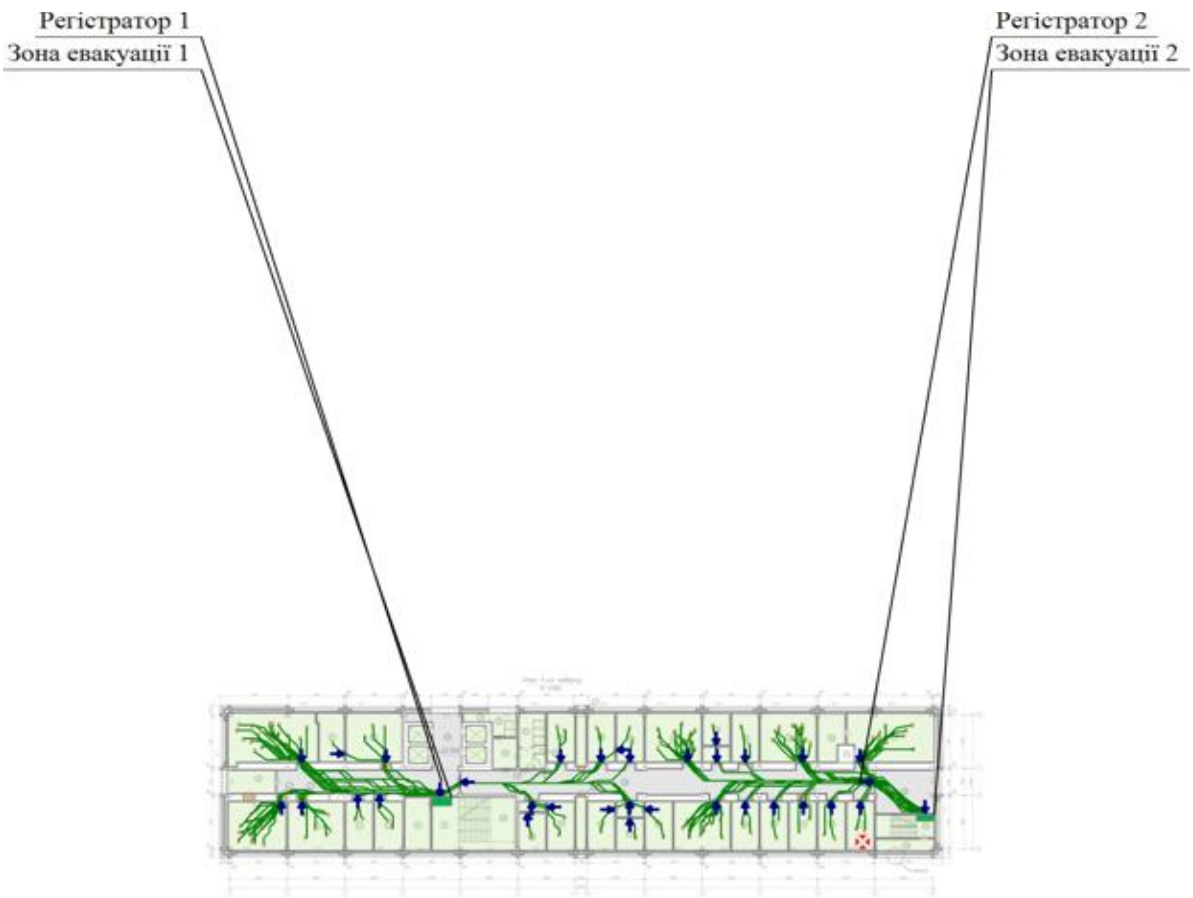


"Регістратор 1" (Сценарій 1)

Графіки зміни параметрів руху людських потоків через розрахункові ділянки в (Сценарій 1)



"Регістратор 2" (Сценарій 1)



Розрахункова схема евакуації для Сценарій 2.

Час руху до виходів:

Поверх	Вихід	Час та кількість людей
7	Зона евакуації 1	135 с (74 люд.)
7	Зона евакуації 2	140 с (64 люд.)

M1; M2; M3; M4;

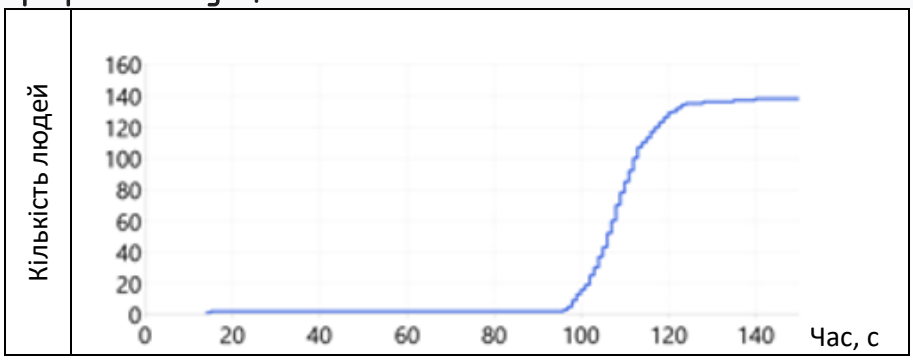
Для сценарій 2 враховані групи мобільності, а саме:

M1: 131;

M2: 2;

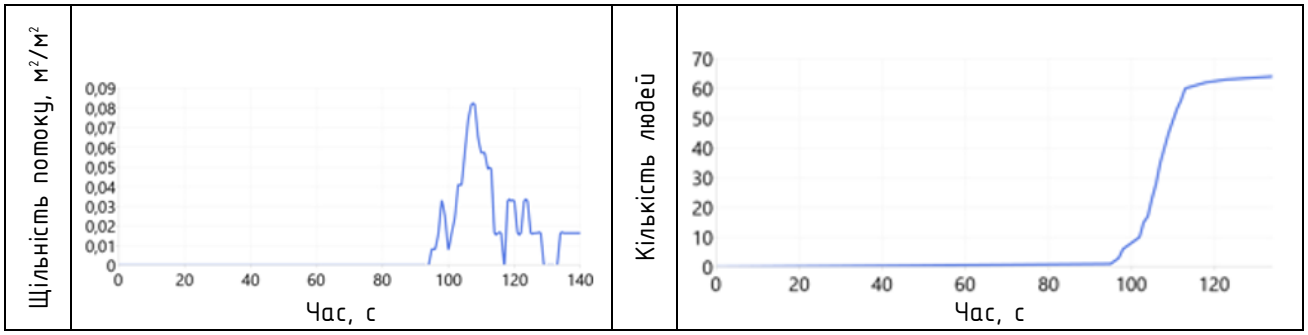
M3: 5;

Графіки евакуації людей

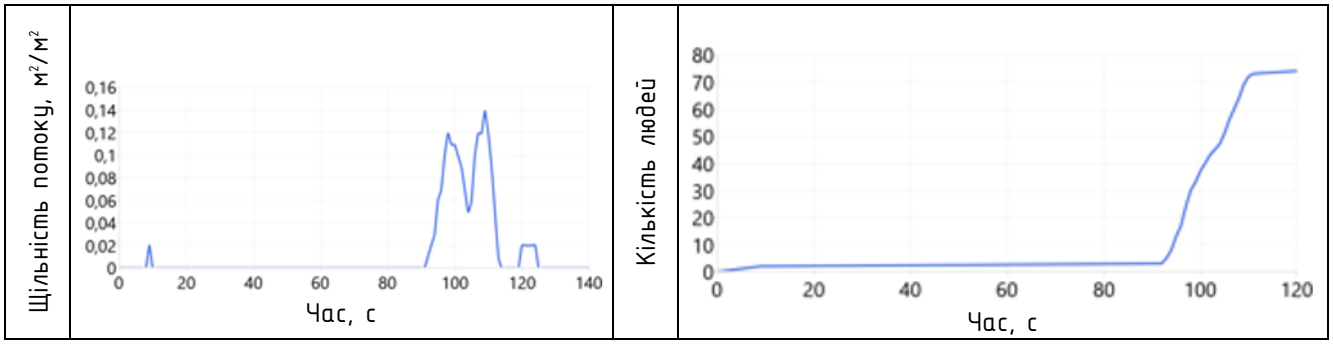


Динаміка евакуації людей із будівлі (Сценарій 2)

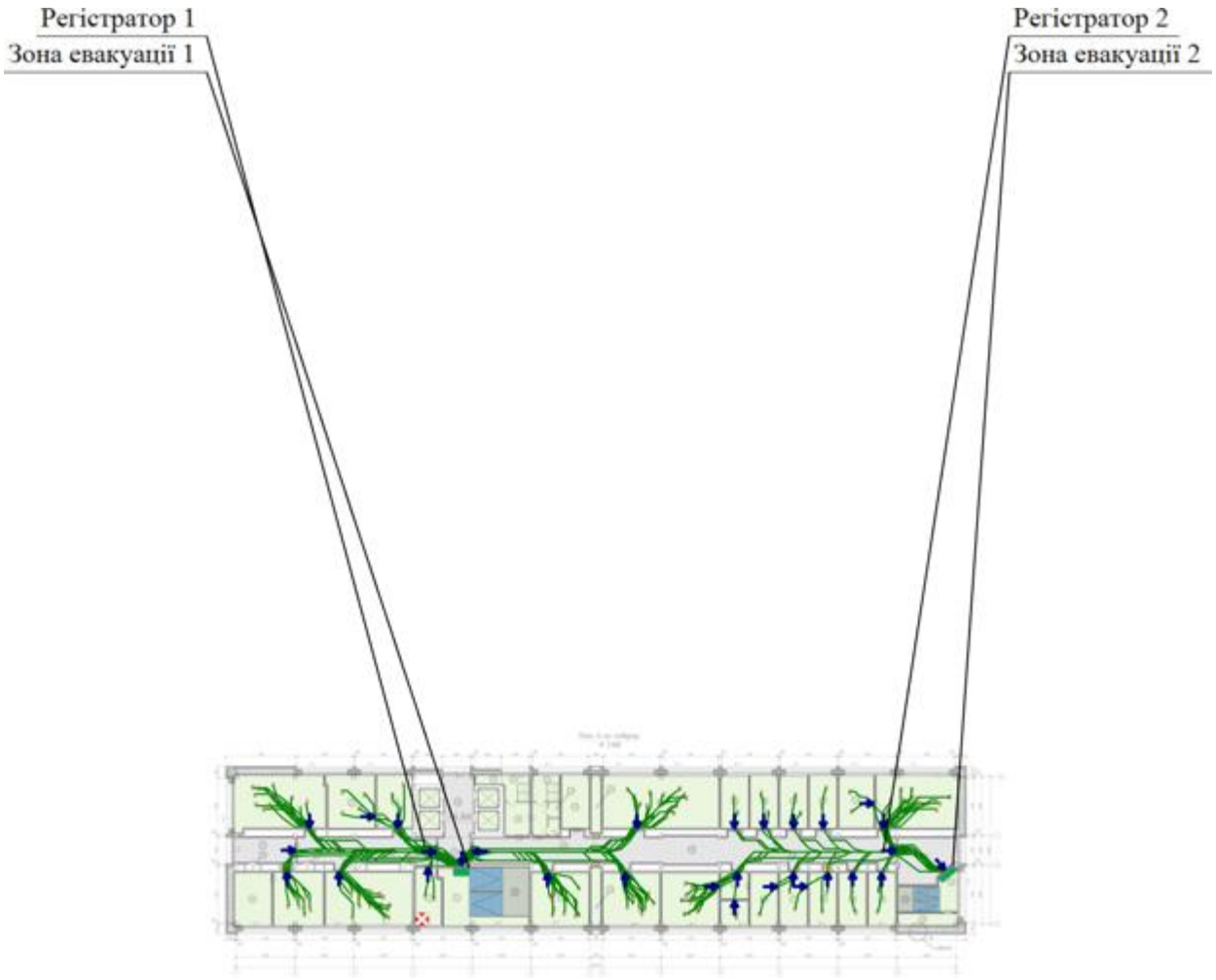
Графіки зміни параметрів руху людських потоків через розрахункові ділянки в (Сценарій 2)



"Регістратор 1" (Сценарій 2)



"Регістратор 2" (Сценарій 2)



Розрахункова схема евакуації для Сценарій 3.

Час руху до виходів:

Поверх	Вихід	Час та кількість людей
5	Зона евакуації 1	136 с (93 люд.)
5	Зона евакуації 2	155 с (52 люд.)

M1; M2; M3; M4;

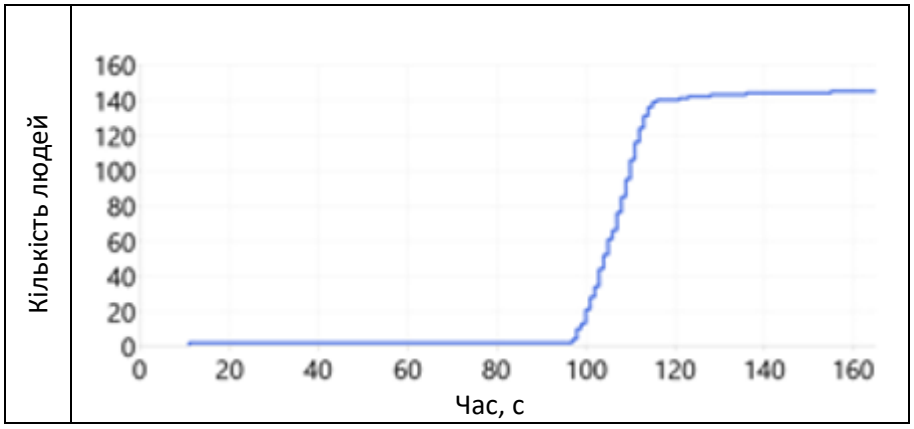
Для сценарій 3 враховані групи мобільності, а саме:

M1: 138;

M2: 2;

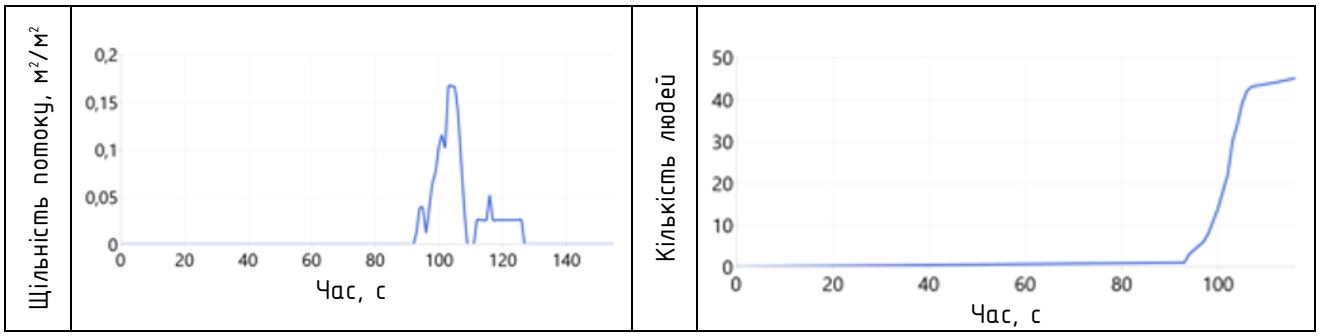
M3: 5.

Графіки евакуації людей

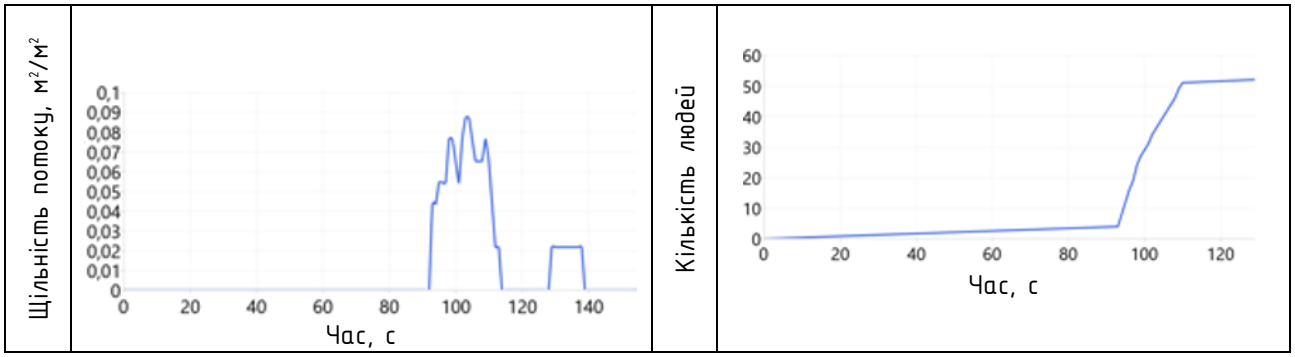


Динаміка евакуації людей із будівлі (Сценарій 3)

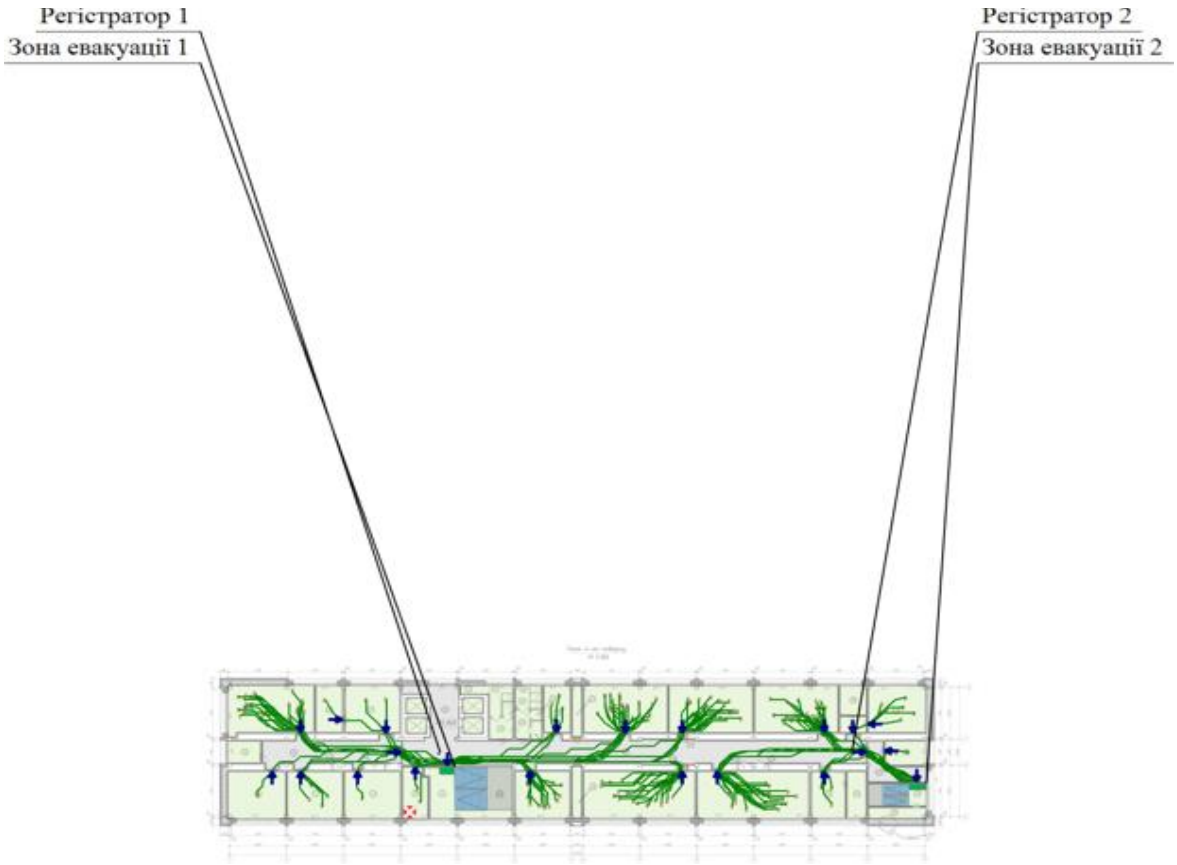
Графіки зміни параметрів руху людських потоків через розрахункові ділянки в (Сценарій 2)



"Регістратор 1" (Сценарій 3)



"Регістратор 2" (Сценарій 3)



Розрахункова схема евакуації для Сценарій 4.

Час руху до виходів:

Поверх	Вихід	Час та кількість людей
4	Зона евакуації 1	156 с (114 люд.)
4	Зона евакуації 2	139 с (52 люд.)

M1; M2; M3; M4;

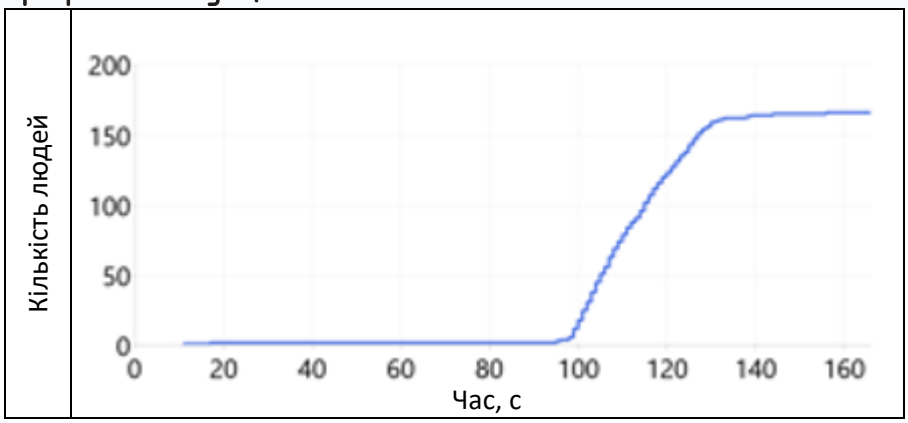
Для сценарій 4 враховані групи мобільності, а саме:

M1: 157;

M2: 2;

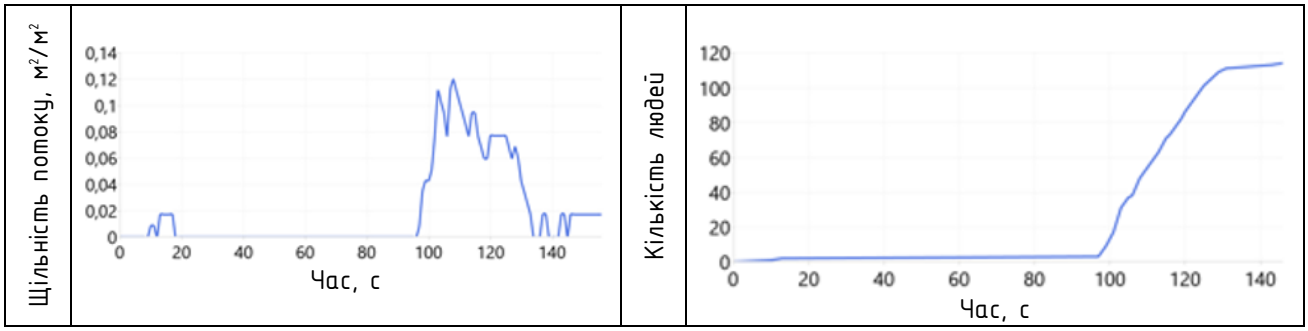
M3: 7;

Графіки евакуації людей

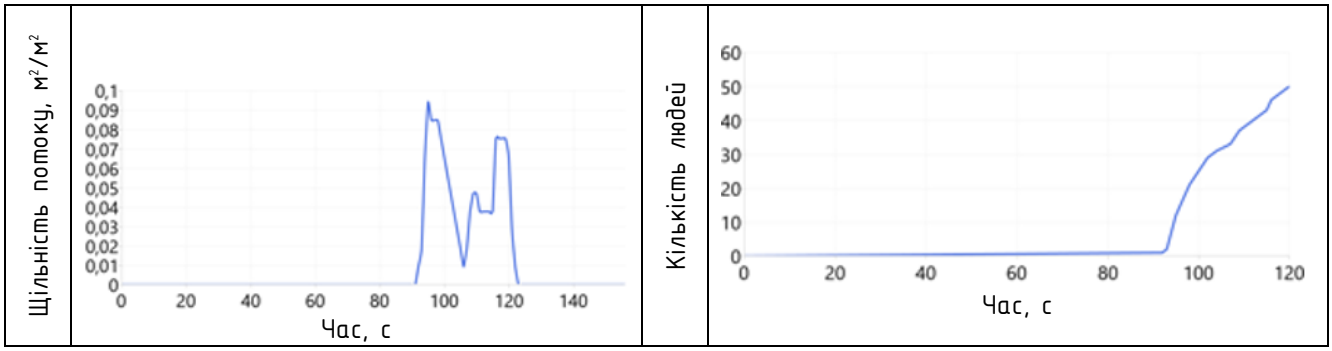


Динаміка евакуації людей із будівлі (Сценарій 4)

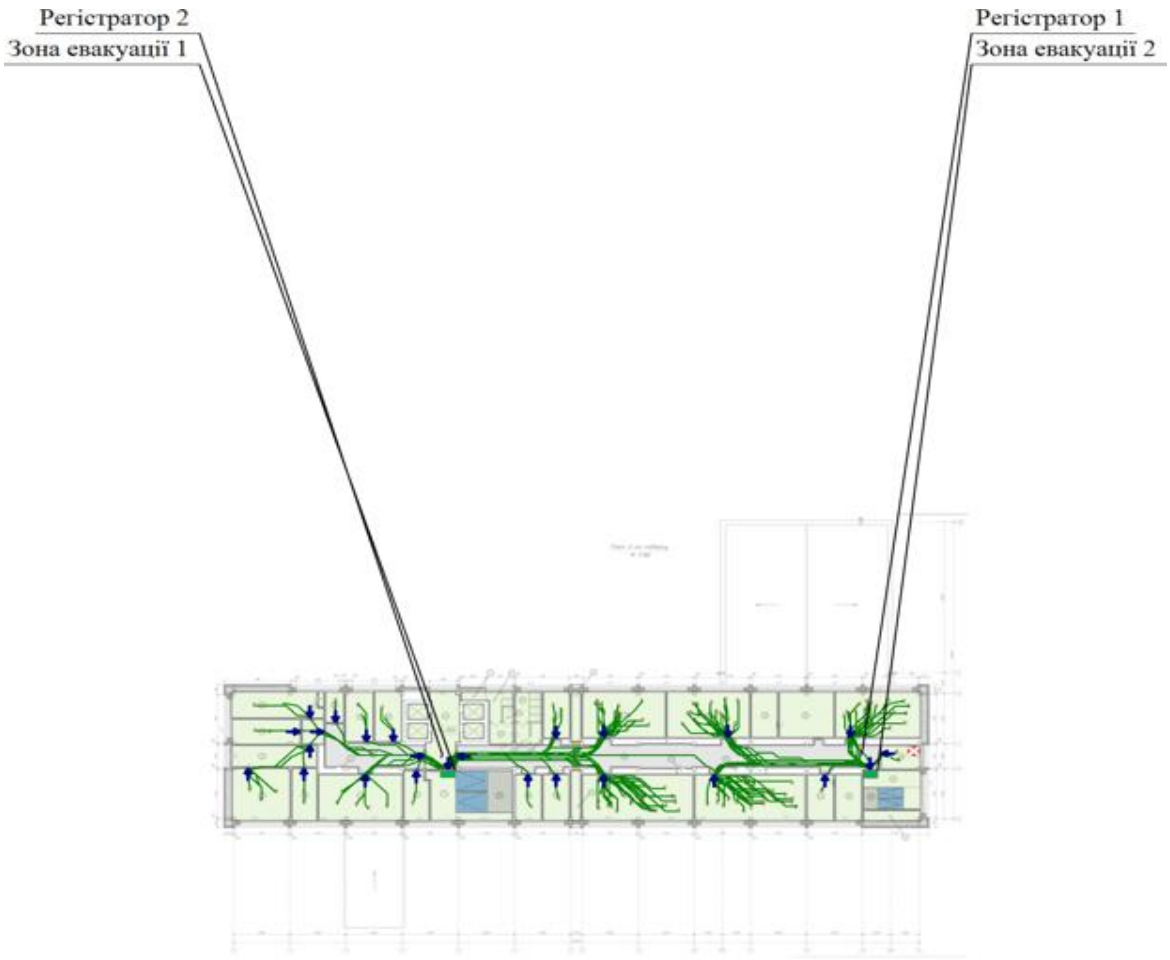
Графіки зміни параметрів руху людських потоків через розрахункові ділянки в (Сценарій 4)



"Регістратор 1" (Сценарій 4)



"Регістратор 2" (Сценарій 4)



Розрахункова схема евакуації для Сценарій 5.

Час руху до виходів:

Поверх	Вихід	Час та кількість людей
2	Зона евакуації 1	188 с (74 люд.)
2	Зона евакуації 2	130 с (71 люд.)

M1; M2; M3; M4;

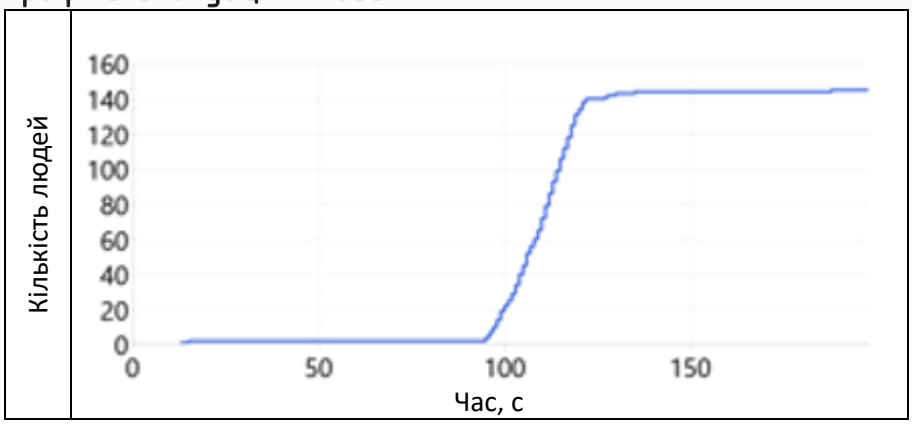
Для сценарій 5 враховані групи мобільності, а саме:

M1: 135;

M2: 2;

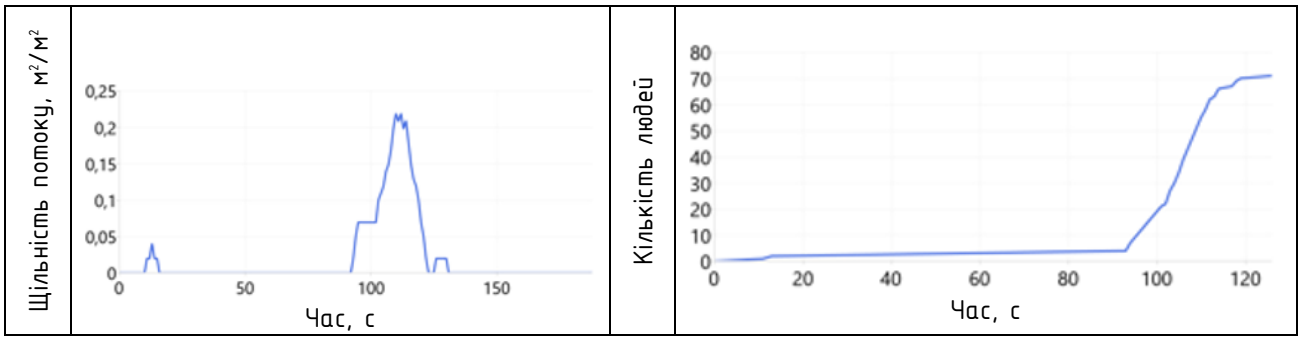
M3: 8;

Графіки евакуації людей

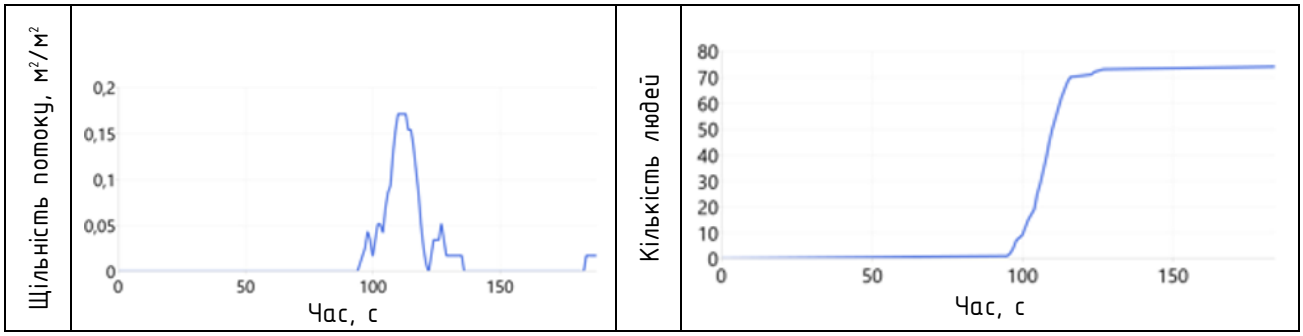


Динаміка евакуації людей із будівлі (Сценарій 5)

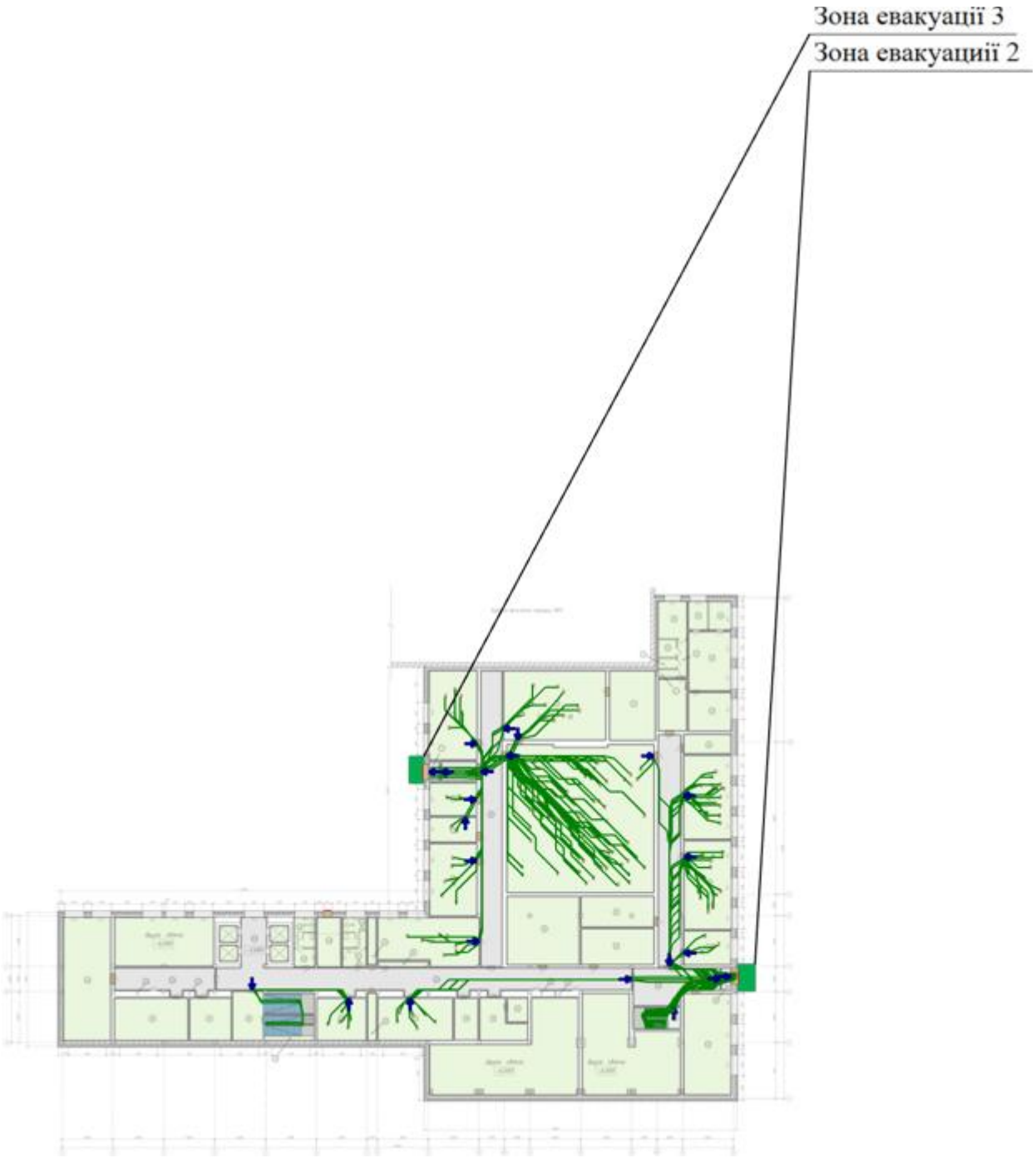
Графіки зміни параметрів руху людських потоків через розрахункові ділянки в (Сценарій 5)



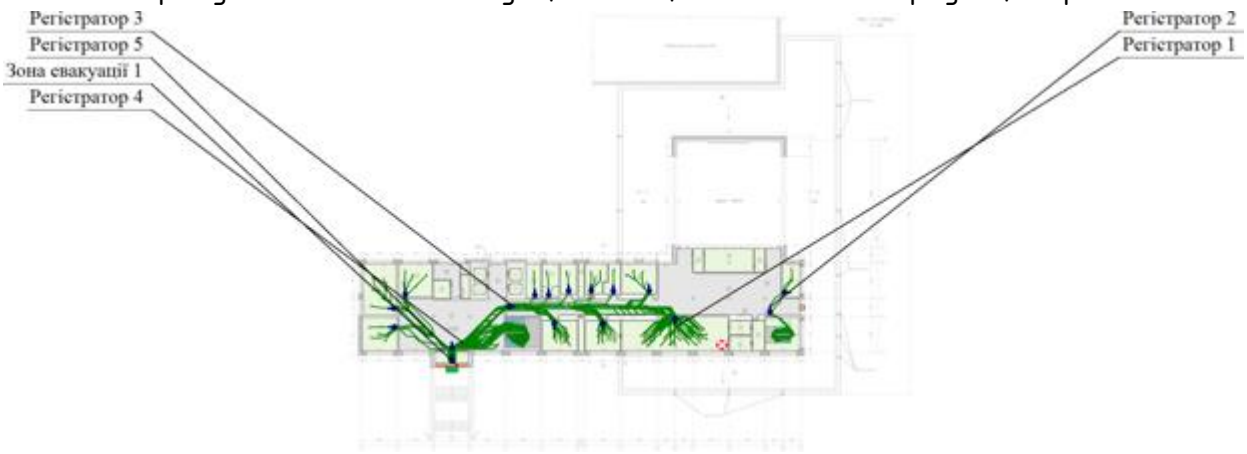
"Регістратор 1" (Сценарій 5)



"Регістратор 2" (Сценарій 5)

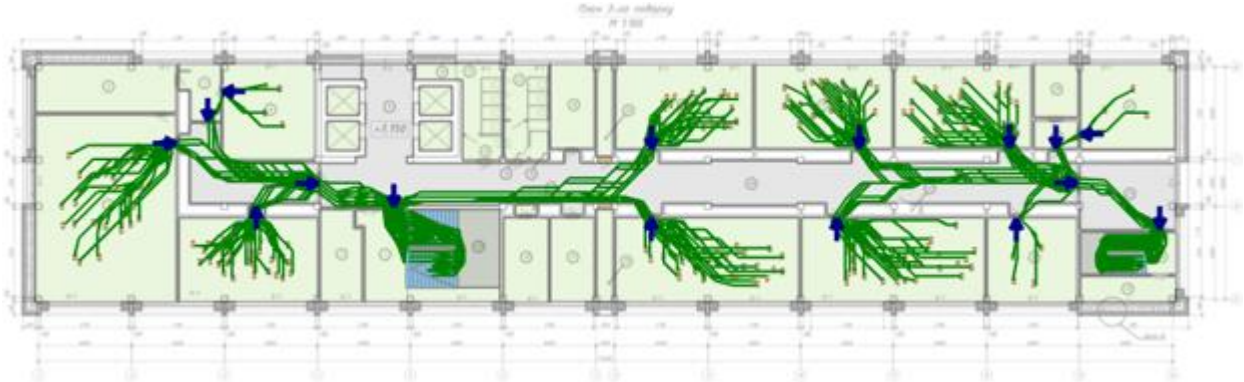


Розрахункова схема евакуації для цокольного поверху Сценарій 6.

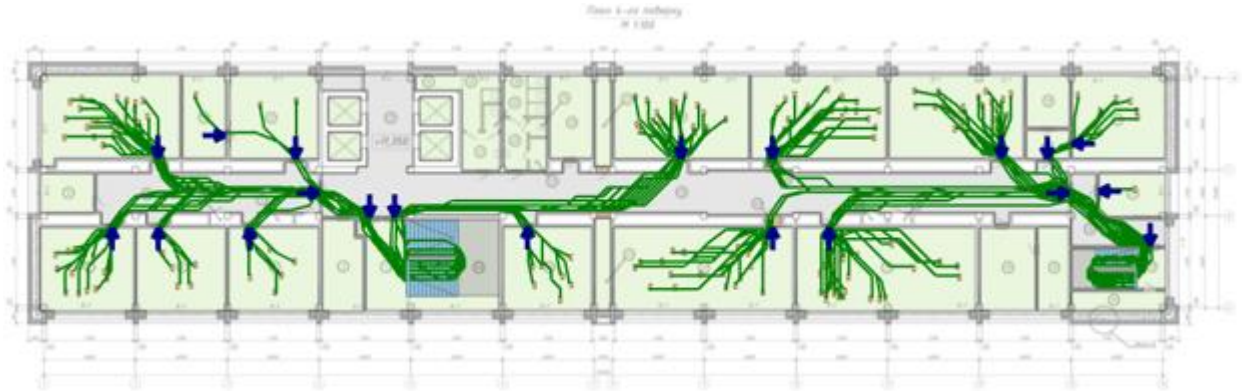


Розрахункова схема евакуації для першого поверху Сценарій 6.

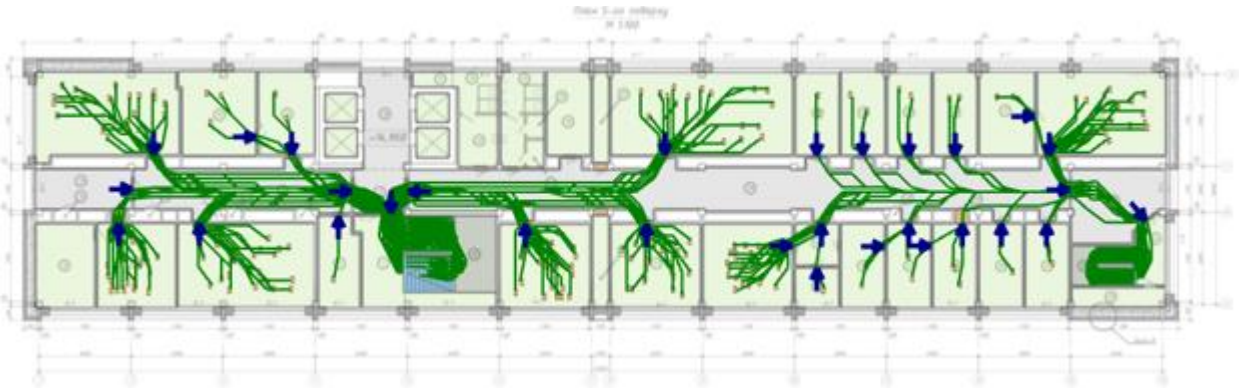
Розрахункова схема евакуації для другого поверху Сценарій 6.



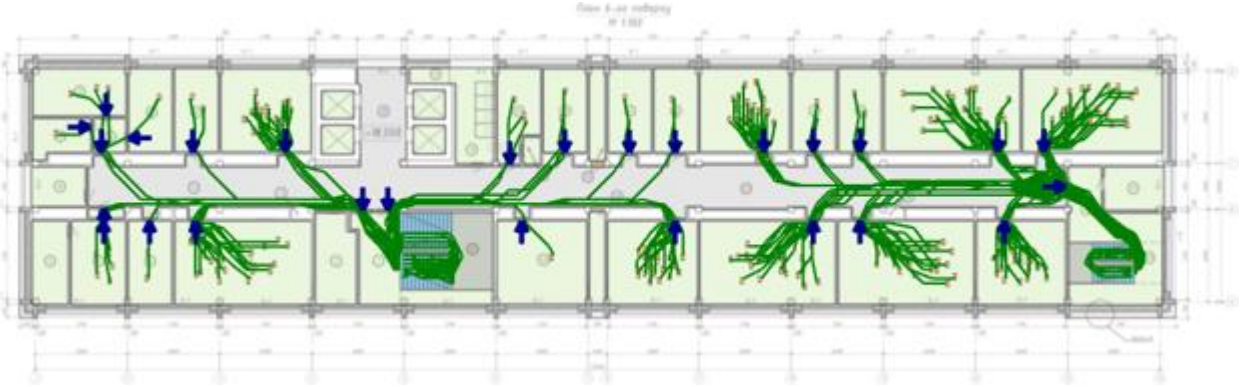
Розрахункова схема евакуації для третього поверху Сценарій 6.



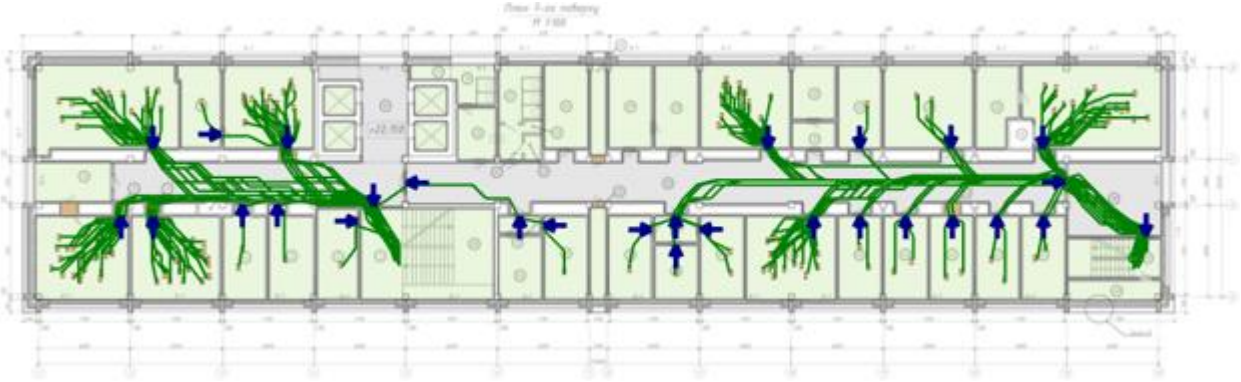
Розрахункова схема евакуації для четвертого поверху Сценарій 6.



Розрахункова схема евакуації для п'ятого поверху Сценарій 6.



Розрахункова схема евакуації для шостого поверху Сценарій 6.



Розрахункова схема евакуації для сьомого поверху Сценарій 6.

Час руху до виходів:

Поверх	Вихід	Час та кількість людей
цокольний	Зона евакуації 2	466 с (583 люд.)
цокольний	Зона евакуації 3	145 с (90 люд.)
перший	Зона евакуації 1	362 с (697люд.)
другий	СК в осях 4-6, Б-В	291 с (582 люд.)
другий	СК в осях 13-14, Б-В	388 с (538 люд.)
третій	СК в осях 4-6, Б-В	252 с (509 люд.)
третій	СК в осях 13-14, Б-В	332 с (468 люд.)
четвертий	СК в осях 4-6, Б-В	221 с (382 люд.)
четвертий	СК в осях 13-14, Б-В	287 с (368 люд.)
п'ятий	СК в осях 4-6, Б-В	188 с (308 люд.)
п'ятий	СК в осях 13-14, Б-В	240 с (273 люд.)
шостий	СК в осях 4-6, Б-В	155 с (176 люд.)

шостий	СК в осях 13-14, Б-В	183 с (211 люд.)
сьомий	СК в осях 4-6, Б-В	131 с (90 люд.)
сьомий	СК в осях 13-14, Б-В	146 с (81 люд.)

M1; M2; M3; M4;

Для сценарій 6 враховані групи мобільності, а саме:

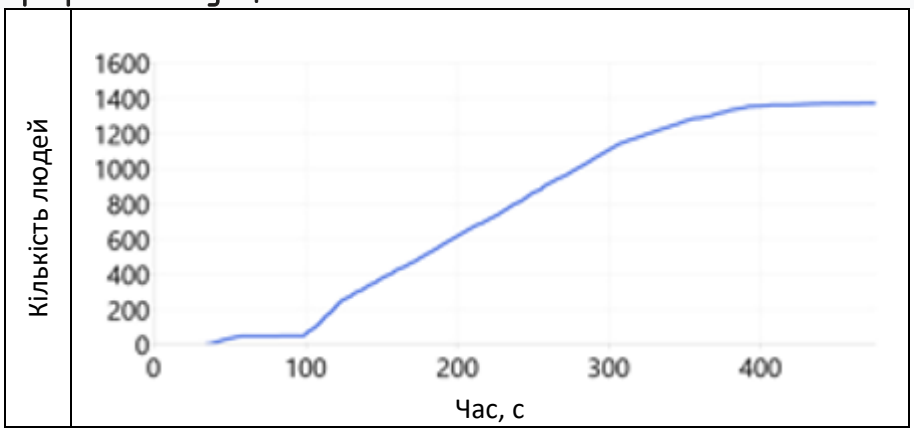
M1: 1310;

M2: 5;

M3: 49;

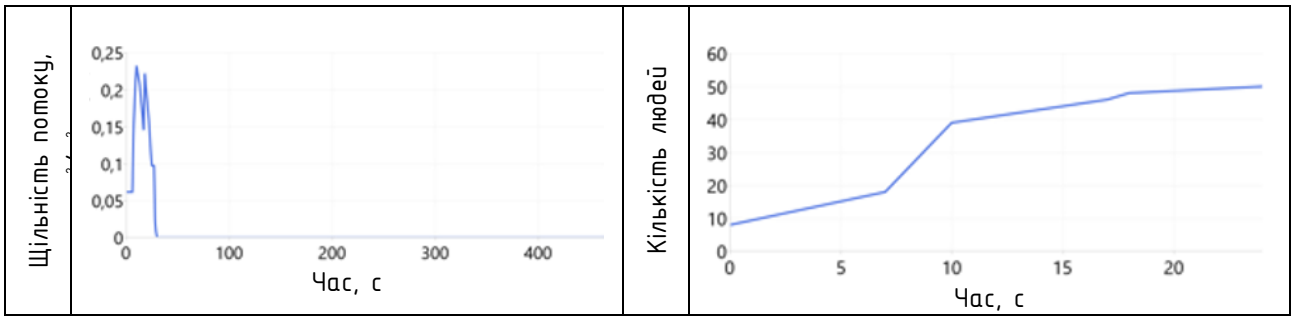
M4: 6;

Графіки евакуації людей

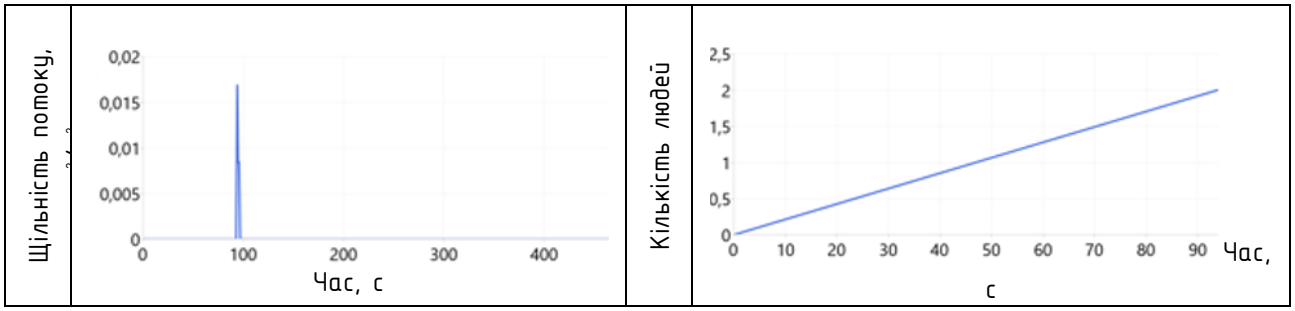


Динаміка евакуації людей із будівлі (Сценарій 6)

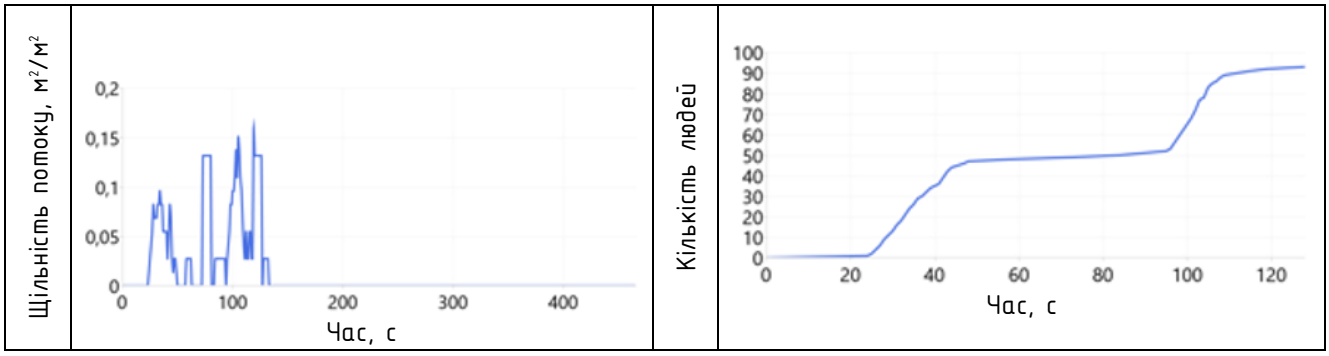
Графіки зміни параметрів руху людських потоків через розрахункові ділянки в (Сценарій 6)



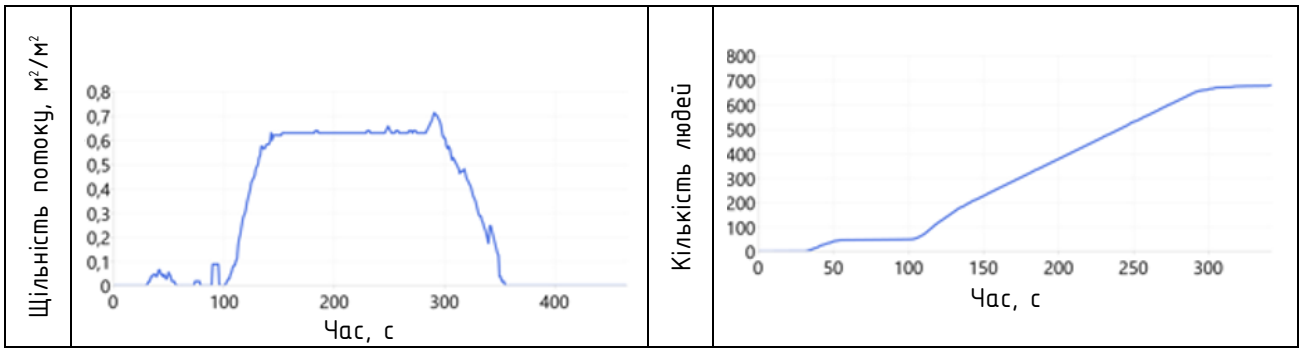
"Регістратор 1" (Сценарій 6)



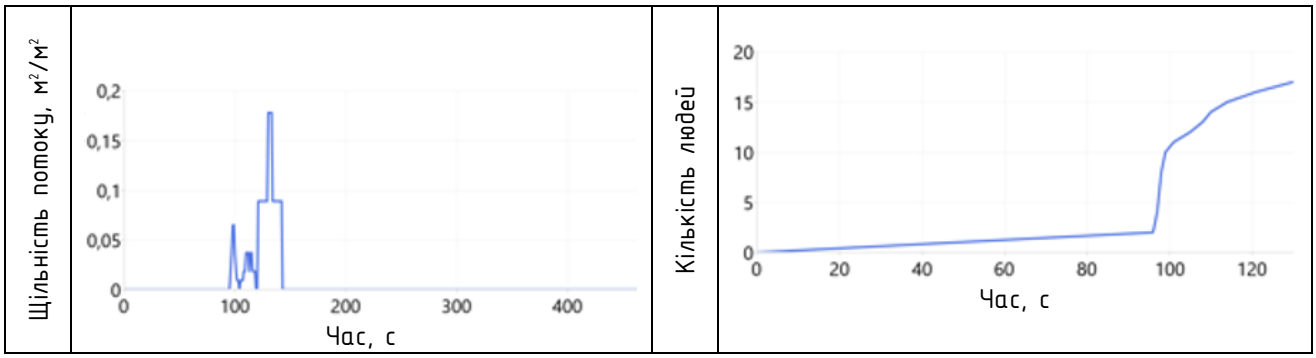
"Регістратор 2" (Сценарій 6)



"Регістратор 3" (Сценарій 6)



"Регістратор 4" (Сценарій 6)



"Регістратор 5" (Сценарій 6)

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

Сценарій 1

Поверх	Контрольна ділянка	$t_{ск}$, с	Мобільність	$t_р$, с
7				
	Регістратор 1	0		
			M1	22
			M2	28,8
			M3	37
	Регістратор 2	0		
			M1	27
			M2	30
			M3	34

Сценарій 2

Поверх	Контрольна ділянка	$t_{ск}$, с	Мобільність	$t_р$, с
7				
	Регістратор 1	0		
			M1	23
			M3	34
			M2	50
	Регістратор 2	0		
			M1	23
			M3	34

Сценарій 3

Поверх	Контрольна ділянка	$t_{ск}$, с	Мобільність	$t_р$, с
5				
	Регістратор 1	0		
			M1	18
			M3	26
			M2	36
	Регістратор 2	0		
			M1	21
			M3	23
			M2	48

Сценарій 4

Поверх	Контрольна ділянка	$t_{ск}$, с	Мобільність	$t_р$, с
4				
	Регістратор 1	0		
			M1	42
			M3	54
			M2	66
	Регістратор 2	0		
			M1	32
			M2	29
			M3	30

Сценарій 5

Поверх	Контрольна ділянка	$t_{ск}$, с	Мобільність	$t_р$, с
2				
	Регістратор 1	0		
			M3	40
			M1	32
	Регістратор 2	0		
			M1	31
			M3	38
			M2	98

Сценарій 6

Поверх	Контрольна ділянка	$t_{ск}$, с	Мобільність	$t_р$, с
Цокольний-7				
	Регістратор 1	0		
			М1	23
			М3	14
			М2	15
			М4	21
	Регістратор 2	0		
			М1	6
	Регістратор 3	0		
			М1	43
			М3	56
			М4	74
			М2	87
	Регістратор 4	179		
			М1	258
			М3	261
			М4	259
			М2	264
	Регістратор 5	0		
			М1	17
			М3	28
			М4	52

$t_{ск}$ - 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 $P_е$ із будівлі чи споруди розраховують за формулою:

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

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	$0,8 \cdot t_{бл}$, с	$t_{ск}$, с	Мобільність	$t_р$, с	$t_{пе}$, с	$P_е$	Висновок ($t_р<0,8 \cdot t_{бл}$)
7							
Регістратор 1	392,722	0					
			М1	22	90	0,999	Безпечно
			М2	28,8	5,199	0,999	Безпечно
			М3	37	90	0,999	Безпечно
Регістратор 2	>600	0					
			М1	27	90	0,999	Безпечно
			М2	30	90	0,999	Безпечно
			М3	34	90	0,999	Безпечно

Сценарій 2.

Розрахункова ділянка	$0,8 \cdot t_{бл}$, с	$t_{ск}$, с	Мобільність	$t_р$, с	$t_{пе}$, с	$P_е$	Висновок ($t_р<0,8 \cdot t_{бл}$)
7							
Регістратор 1	>600	0					
			М1	23	90	0,999	Безпечно
			М3	34	90	0,999	Безпечно
			М2	50	90	0,999	Безпечно
Регістратор 2	448,32	0					
			М1	23	90	0,999	Безпечно
			М3	34	90	0,999	Безпечно

Сценарій 3.

Розрахункова ділянка	$0,8 \cdot t_{бл}$, с	$t_{ск}$, с	Мобільність	$t_р$, с	$t_{пе}$, с	$P_е$	Висновок ($t_р<0,8 \cdot t_{бл}$)
5							
Регістратор 1	150,009	0					
			М1	18	90	0,999	Безпечно
			М3	26	90	0,999	Безпечно
			М2	36	90	0,999	Безпечно
Регістратор 2	>500	0					
			М1	21	90	0,999	Безпечно
			М3	23	90	0,999	Безпечно
			М2	48	90	0,999	Безпечно

Сценарій 4.

Розрахункова ділянка	$0,8 \cdot t_{бл}$, с	$t_{ск}$, с	Мобільність	$t_р$, с	$t_{пе}$, с	$P_е$	Висновок ($t_р<0,8 \cdot t_{бл}$)
4							
Регістратор 1	199,641	0					
			М1	42	90	0,999	Безпечно
			М3	54	90	0,999	Безпечно
			М2	66	90	0,999	Безпечно
Регістратор 2	230,416	0					

			М1	32	90	0,999	Безпечно
			М2	29	90	0,999	Безпечно
			М3	30	90	0,999	Безпечно

Сценарій 5.

Розрахункова ділянка	$0,8 \cdot t_{бл}$, с	$t_{ск}$, с	Мобільність	$t_р$, с	$t_{пе}$, с	$P_е$	Висновок ($t_р<0,8 \cdot t_{бл}$)
2							
Регістратор 1	386,494	0					
			М3	40	90	0,999	Безпечно
			М1	32	90	0,999	Безпечно
Регістратор 2	>500	0					
			М1	31	90	0,999	Безпечно
			М3	38	90	0,999	Безпечно
			М2	98	90	0,999	Безпечно

Сценарій 6.

Розрахункова ділянка	$0,8 \cdot t_{бл}$, с	$t_{ск}$, с	Мобільність	$t_р$, с	$t_{пе}$, с	$P_е$	Висновок ($t_р<0,8 \cdot t_{бл}$)
Цокольний-7							
Регістратор 1	450,86	0					
			М1	23	6	0,999	Безпечно
			М3	14	6	0,999	Безпечно
			М2	15	6	0,999	Безпечно
			М4	21	6	0,999	Безпечно
Регістратор 2	>600	0					
			М1	6	90	0,999	Безпечно
Регістратор 3	>600	0					
			М1	43	6	0,999	Безпечно
			М3	56	6	0,999	Безпечно
			М4	74	6	0,999	Безпечно
			М2	87	6	0,999	Безпечно
Регістратор 4	>600	179					
			М1	258	90	0,999	Безпечно
			М3	261	90	0,999	Безпечно
			М4	259	90	0,999	Безпечно
			М2	264	90	0,999	Безпечно
Регістратор 5	>600	0					
			М1	17	90	0,999	Безпечно
			М3	28	90	0,999	Безпечно
			М4	52	90	0,999	Безпечно

Наведені в таблицях результати показують, що для сценарій 1-6 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 90 с (що має досягатись шляхом проведенням інструктажів та тренування дій працівників в умовах пожежі, а також забезпеченням працездатності СПЗ).

Також для обмеження поширення пожежі від приміщення з осередком пожежі до інших примішень, рекомендується обладнати двері, що виходять до поверхових коридорів, пристроями для самозачинення та ущільненням в притулах (Тобто після проходження людей двері будуть зачинятися і обмежувати поширення НЧП до інших приміщень).

Враховуючи вищенаведене можливо зробити висновок, що при виконанні вищенаведених протипожежних заходів імовірність евакуації складе Pe = 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 (термомодернізація) учбового корпусу У-2 Національного технічного університету"Харківський політехнічний інститут", що розташований за адресою: м.Харків, вул.Кирпичова,2».

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.

Враховуючи, що проектні роботи передбачають капітальний ремонт (термомодернізацю) існуючого учбового корпусу, розрахункові схеми враховують протипожежні заходи та шляхи шляхи евакуації, що передбачені згідно СНиП II-Л.2-72 і не приводіться у відповідність до діючих 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 забезпечують безпечну евакуацію людей.

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

імовірність 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, 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.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги.
3. ДБН В.1.2-7:2021 Пожежна безпека. Основні вимоги до будівель і споруд.
4. В.М. Предтеченский, А.И. Милинский «Проектирование зданий с учетом организации движения людських потоков».
5. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: Учебное пособие.
6. Холщевников В.В. Исследования людских потоков и методология нормирования эвакуации людей из зданий при пожаре.
7. ДСТУ ISO 16732-1:2018 Інжиніринг пожежної безпеки. Оцінювання пожежного ризику. Частина 1. Загальні положення (ISO 16732-1:2012, IDT).
8. 7. K. McGrattan, S.Hostikka, R.McDermott, J. Floyd, C.Weinschenk Fire Dynamics Simulator User's Guide URL: http://ws680.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=913619.
9. 8. Fire Dynamics Simulator Technical Reference Guide Volume 3: Validation URL:https://github.com/firemodels/fds/releases/download/FDS6.7.1/FDS_Validation_Guide.pdf.