

УДК 355.58:004.946

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.050722.75.867

## ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ЯК ІННОВАЦІЙНОГО ЕЛЕМЕНТУ ПРОЕКТІВ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ ВІД НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

РУДИНЕЦЬ М. В.<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц.,  
ФЕДОРЧУК-МОРОЗ В. І.<sup>2\*</sup>, канд. техн. наук, доц.

<sup>1</sup> Кафедра цивільної безпеки, Луцький національний технічний університет, вул. Львівська, 75, 43018, Луцьк, Україна, тел. +38 (0332) 74-61-14, e-mail: [opbzh@lntu.edu.ua](mailto:opbzh@lntu.edu.ua), ORCID ID: 0000-0002-0793-5963

<sup>2\*</sup> Кафедра цивільної безпеки, Луцький національний технічний університет, вул. Львівська, 75, 43018, Луцьк, Україна, тел. +38 (0332) 74-61-14, e-mail: [opbzh@lntu.edu.ua](mailto:opbzh@lntu.edu.ua), ORCID ID: 0000-0002-0941-1215

**Анотація. Постановка проблеми.** Впродовж останніх років спостерігається тенденція збільшення кількості надзвичайних ситуацій техногенного, а з 2022 року – воєнного характеру: пожежі, можливість дії вибухової хвилі при повітряних обстрілах, біологічного, хімічного та радіаційного уражень, які є джерелом ураження і загибелі людей у громадських місцях. Одним із видів захисту від негативного впливу надзвичайних ситуацій є проведення процесу своєчасної і швидкої евакуації із зони їх дії. Ефективність захисту залежить від ступеня підготовленості населення під час тренувань. Труднощі проведення додаткових навчань у реальних умовах та низький рівень зацікавленості населення в отриманні знань та навичок до дій під час небезпек є підставою для розробки і оцінки ефективності інноваційних проектів із застосуванням віртуальної реальності у сфері захисту населення. **Мета.** Дослідити можливості застосування та ефективність технологій віртуальної реальності в проектах підвищення безпеки різних верств населення при виникненні НС у громадських місцях. **Висновок.** Наявність низького рівня знань населення про небезпеки та незадовільної його підготовленості до дій у надзвичайних ситуаціях свідчить про застарілі методи і недосконалість існуючої системи підготовки населення та необхідність пошуку інновацій. Шляхами зацікавлення та мотивації до самопідготовки можуть виступати програми матеріального і бонусного стимулювання населення за умови встановлення і використання ним запропонованих програмних продуктів на власні гаджети. Встановлено оптимальну періодичність застосування технологій і пристроїв віртуальної реальності як інноваційного елементу проектів системи захисту населення від надзвичайних ситуацій. Практично підтверджено, що застосування віртуальної реальності в проектах системи захисту населення сприяє підвищенню рівня знань і психологічної підготовленості населення до дій при виникненні надзвичайних ситуацій.

**Ключові слова:** безпека у надзвичайних ситуаціях; захист; інновації; віртуальна реальність; зацікавленість; оптимальна частота тренувань

## RATIONALE FOR USING VIRTUAL REALITY AS AN INNOVATIVE ELEMENT OF PROJECTS OF POPULATION PROTECTION SYSTEMS

RUDYNETS M.V.<sup>1</sup>, PhD in Technical Science, Assoc. Prof.,  
FEDORCHUK-MOROZ V.I.<sup>2\*</sup>, PhD in Technical Science, Assoc. Prof.

<sup>1</sup> Department of Civil Security, Lutsk National Technical University, 75, Lvivska Str., Lutsk, 43018, Ukraine, tel. +38 (0332) 74-61-14, e-mail: [opbzh@lntu.edu.ua](mailto:opbzh@lntu.edu.ua), ORCID ID: 0000-0002-0793-5963

<sup>2\*</sup> Department of Civil Security, Lutsk National Technical University, 75, Lvivska Str., Lutsk, 43018, Ukraine, tel. +38 (0332) 74-61-14, e-mail: [opbzh@lntu.edu.ua](mailto:opbzh@lntu.edu.ua), ORCID ID: 0000-0002-0941-1215

**Abstract. Formulation of the problem.** In recent years, there has been an upward tendency in the number of man-made emergencies and military emergencies starting from 2022: fires, explosive waves during airstrikes, and biological, chemical and radiation damage, that cause damage and death in public places. One of the types of protection against the negative impact of emergencies is timely and rapid evacuation from the area of their occurrence. The effectiveness of protection depends on the level of preparedness of the population during training. Difficulties in conducting additional training in natural conditions and the low level of public interest in acquiring knowledge and skills to act in times of danger are the reasons for developing and evaluating the effectiveness of innovative projects using virtual reality in public protection. **Purpose.** Investigate the possibilities of application and effectiveness of virtual reality technologies in projects to increase the safety of various segments of the population in the event of emergencies in public places.

**Conclusion.** The low level of knowledge of the people about the dangers and unsatisfactory preparedness for emergencies indicates outdated methods and imperfections of the existing training system and the need to seek innovation. Interest and motivation for self-training can be raised through programs of material and bonus incentives for the population under the conditions of installation and use of the proposed software products for their gadgets. The optimal frequency of application of virtual reality technologies and devices as an innovative element of projects to protect the population from emergencies has been established. It is practically confirmed that the use of virtual reality in the population protection system projects helps increase the level of knowledge and psychological readiness of the population to act in case of emergencies.

**Keywords:** *safety in emergencies; protection; innovation; virtual reality; interest; optimal training frequency*

**Постановка проблеми.** Забезпечення безпеки людей при виникненні надзвичайних ситуацій (НС) є одним із гострих питань в Україні та у всіх цивілізованих країнах світу, оскільки найцінніше, що є у людини – це її життя, воно дається їй лише раз.

За свідченнями статистики впродовж останніх років на території України спостерігається збільшення кількості НС техногенного, а з 2022 року – воєнного характеру: пожежі, можливість дії вибухової хвилі при повітряних обстрілах, біологічного, хімічного та радіаційного уражень, які є джерелом ураження і загибелі людей [3].

Згідно зі статистичними даними Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС), пожежі – це найчастіші небезпечні події, що є джерелом найбільшої кількості загиблих і постраждалих людей у мирний час. Лише за перші 4 місяці з початку 2021 року показник загиблих та постраждалих на пожежах становив 1 тис. 431 та 1 тис. 174 особи відповідно [3]. Статистика Управління Верховного комісара ООН з прав людини показує, що за два місяці повномасштабного вторгнення РФ в Україну загинуло 2 435 мирних жителів, ще близько 3 тисяч поранено [6].

Аналіз статистичних даних показує наявність особливо великих втрат людей під час пожеж, що сталися на спорудах житлового комплексу та у місцях із наявністю великої кількості людей, до яких відносяться громадські місця, торгові центри, навчальні заклади, тощо [3]. Під час дій воєнного характеру вище згадані місця також є небезпечними з наявністю підвищеного ризику для життя і здоров'я.

Забезпечення безпеки при виникненні надзвичайних ситуацій здійснюється єдиною державною системою, що вимагає знань і навичок виконання та дотримання ряду організаційно-технічних заходів. Передбачено періодичне проведення комплексу навчань діям у надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу із залученням до навчань органів місцевого самоврядування, керівників підприємств, працівників, а для усіх незайнятих громадян передбачена можливість самостійної підготовки.

Практичні статистичні дані показують, що під час НС будь-якого характеру одними з основних причин загибелі людей є низький рівень обізнаності та підготовленості населення діям в умовах надзвичайних ситуацій, незадовільний психологічний стан і невміла поведінка людей у разі виникнення надзвичайних ситуацій [3].

Одним із видів захисту від негативного впливу будь-яких НС є проведення процесу своєчасної і швидкої евакуації із зони дії НС, ефективність якої залежить від ступеня підготовленості працівників, персоналу та відвідувачів будь-якого об'єкта, а швидке виконання евакуаційних заходів можливе за умови завчасної і періодичної підготовки людей.

Підготовка передбачає проведення інструктажів, навчання та тренувань для усіх працівників та самопідготовки для незайнятих верств населення, періодичність проведення яких регламентується законодавством, проте кількість травмованих показує тенденцію до їх зростання. Підвищення рівня підготовленості можливо вирішити за рахунок збільшення кількості тренувань працівників та зацікавленості у

самопідготовці усіх верств населення, що мало ймовірно в реальних умовах у зв'язку з високими втратами робочого часу і вартості даних заходів для держави і роботодавців, а також незацікавленості населення до самопідготовки.

Оскільки виникають труднощі проведення додаткових навчань у реальних умовах та наявність низького рівня зацікавленості населення в отриманні знань та навичок до дій у НС, постає необхідність виявлення таких причин та оцінки можливості розробки і застосування інноваційних проектів у сфері захисту населення, які будуть включати заходи по підвищенню підготовленості до дій у надзвичайних ситуаціях, зацікавленості у підвищенні рівня знань про небезпеки та підтримці їх на належному рівні у заданий період часу.

**Аналіз публікацій.** Дослідженням даної теми присвячені праці науковців: Шильдса Д. Т., Бориса О. П., Холщевникова В. В., Самошина Д. А., Парфененко А. П., Кудріна І. С., Сіваковської О., Рудинця М., Федорчук-Мороз В. І.

Центр віртуальної реальності Крок анонсував промислове рішення на основі технологій 3D і віртуальної реальності (VR, Virtual Reality) для навчання персоналу виробничих підприємств. Комплексне рішення об'єднує експертизу зі створення готових курсів у віртуальній реальності з охорони праці та промислової безпеки і розробку архітектури VR-рішень за запитом замовника. Рішення орієнтоване на підприємства нафтогазового сектору, нафтохімію, металургійні виробництва, енергетику і видобувні індустрії – галузі, де є великий вплив людського фактора і є ризику виробничого травматизму. Рішення реалізовано як засіб управління ризиками в промисловості в рамках переходу до Індустрії 4.0 і допомагає компаніям навчати співробітників безпечній поведінці на виробництві. Це досягається за рахунок інтерактивного занурення персоналу в різні сценарії позаштатних ситуацій і надання емоційного ефекту з використанням

комп'ютерної симуляції у віртуальній реальності, проте питання безпеки у громадських місцях та закладах освіти не розглядаються.

Для практичного застосування група компаній «Новатор» пропонує власний унікальний інноваційний прилад – тренажер «СИМ-2» (симулятор вогнегасника), який розроблений для відпрацювання навичок гасіння вогню первинними засобами пожежогасіння і дозволяє навчитися гасінню пожеж різних класів різними типами вогнегасників без перезарядки і в безпечних та комфортних умовах (офіс, аудиторія, цех чи будь-яке інше приміщення або ззовні) [7].

Питання забезпечення можливості підвищення безпеки праці шляхом впровадження нових практико-орієнтованих тренінгових та комп'ютерних технологій, 3D технології віртуальної реальності при проведенні навчання та перевірки знань персоналу розглядалися у роботі [2].

Роботи Шильдса Д. Т., Бориса О. П. присвячені проблемам поведінки персоналу при пожежах у ТРЦ [9].

У роботі Project Safety Management Systems of Students with 3D Game Development запропоновано проект системи безпеки для студентів з розробкою 3D-симулятора як цифрової гри для підготовки бажаної поведінки учнів у разі надзвичайної ситуації різного характеру [10].

Запропонований 3D-симулятор орієнтований на учнів, розглядається як ігрове середовище у вигляді програмного додатку для персонального комп'ютера для виконання домашнього завдання і показав позитивні результати у навчанні учнів діям у НС. Проте дослідження щодо використання технологій віртуальної реальності (VR) для підготовки персоналу, способів зацікавленості інших верств населення про застосування даних технологій не проводилися, також відсутні дослідження про оптимальну періодичність тренувань і можливість застосування у різних сферах діяльності, що доводить доцільність досліджень із застосування

інноваційних для галузі цивільної безпеки технологій VR.

Лишаються відкритими питання дослідження можливості і ефективності та періодичності застосування технологій і пристроїв VR для психологічної підготовки та підтримки навичок населення, персоналу і працівників на належному рівні щодо дій під час виникнення НС, наприклад у громадських і публічних місцях, торговельно-розважальних центрах, закладах освіти та інших місцях з великим скупченням людей, які характеризуються підвищеним ступенем ризику масового ураження людей в умовах НС.

**Мета статті.** Дослідити можливість застосування та ефективність технологій віртуальної реальності в проектах підвищення безпеки різних верств населення при виникненні НС у громадських місцях.

**Виклад матеріалу.** Виконувати складні операції, відточувати навички управління транспортом та механізмами, експериментувати та багато іншого без будь-яких ризиків завдати шкоди собі та іншим – все це стає можливим завдяки віртуальній реальності, незалежно від складності сценарію [1].

Експерти зазначають, що військові використовують VR для всіх різновидів стратегічних навчань, і все це виглядає дуже реалістично. VR здатна відтворити будь-яке місце, що дозволяє, наприклад, проведення тренувань антитерористичних операцій. Це коштує набагато менше, а також є надійнішим [4].

Процес діджиталізації охопив практично усі верстви населення і призвів до активного користування комп'ютерною технікою, смартфонами та іншими гаджетами з широким спектром інформаційного забезпечення, здатного візуалізувати різні явища, що є підставою для створення інноваційних проектів у галузі цивільної безпеки, здатних об'єднати, зацікавити і навчати людей дбати про безпеку у єдиному інформаційному середовищі. Інновації полягають у застосуванні середовища VR, здатного

забезпечувати підтримку високого рівня знань і навичок щодо дій населення при виникненні НС у громадських місцях. За змістом такі проекти повинні за допомогою VR імітувати різні види НС у середовищі, наближеному до реального об'єкта, на гаджетах зацікавленого населення і дадуть можливість самостійно засвоювати сценарії поведінки при виникненні різних НС на об'єкті. Для підтвердження актуальності висунутої гіпотези, щодо зацікавленості населення у користуванні проектами VR для навчання способам захисту та можливості їх розробки, використано метод соціологічного опитування. Метою опитування було визначення шляхів зацікавленості у запропонованих інноваціях і встановлення рівня обізнаності населення про готовність до дій у НС, а також причин пасивності у набутті навичок забезпечення власної і колективної безпеки [5].

Опитування проводилось на території громадського місця ТРЦ Порт Сіті м. Луцька серед його відвідувачів. Опитано 100 осіб різного віку і статі.

Основні запитання з анкети соціологічного опитування щодо рівня знань і підготовленості до дій у НС:

1. Як будете діяти, якщо почуєте сигнали оповіщення про пожежу у ТРЦ, але Ви її не бачите?
2. Чи знаєте Ви про інші види НС і як діяти під час їх виникнення?
3. Чи знайомі Ви з планом евакуації з ТРЦ?
4. Чи почуваете Ви себе в безпеці при перебуванні у ТРЦ?

Для виявлення можливості зацікавлення населення у самостійному оволодінні навичками безпечної поведінки у НС за допомогою засобів VR опитуваним була запропонована наступна пропозиція, яка може слугувати шляхом вирішення проблеми: «Чи може зацікавити Вас пропозиція отримати бонусні бали на послуги або товари в обмін на встановлення на свій гаджет програмного продукту із систематичним його використанням? Даний продукт буде віртуально відображати ТРЦ і імітувати НС на моніторі гаджету, а Ви, як

учасник даної події, будете мати можливість брати участь у евакуації з небезпечних зон, знаходячись у різних просторах даного закладу. Це допоможе Вам зменшити ризик ураження при виникненні НС» [5].

Для встановлення оптимальної і мінімальної кількості тренувань та оцінки часу на прийняття рішень і готовність правильно їх виконувати, було прийнято рішення створити тренінг-тест, який включає візуалізацію НС на моніторі комп'ютера і складається з трьох блоків: «Дії при пожежі», «Дії при хімічному зараженні» і «Дії при аварії на АЕС». Дане дослідження проводилось з метою встановлення залежності мінімально можливого часу проходження тесту від кількості проведених тренінгів за допомогою фіксації хронометричних даних в реальному часі та визначення частоти або максимально можливих проміжків часу між тренуваннями, при яких учасник здатний вірно виконувати дії, вкладаючись у відведені нормативи часу. Для кожної з груп було окремо задано частоту проходження тренінгів від 1 до 16 тижнів.

**Результати досліджень.** Усі отримані дані оброблялись за допомогою програмного забезпечення MS Excel.

Результати аналізу анкетних даних показали, що більша кількість відвідувачів – 78 % – з планами евакуації не знайома і не знають, як правильно діяти; при виникненні пожежі 72 % почувається в безпеці і 86 % не дбає про власну безпеку, покладаючись на персонал. Проведене дослідження підтверджує необхідність розробки додаткових заходів безпеки.

Можна зробити висновок, що для забезпечення безпеки у громадських місцях має бути присутній добре підготовлений до дій у НС персонал для евакуації неспідготовлених відвідувачів, безпека яких в основному залежить від дій персоналу. Практичні дослідження і статистика показують наявність непрофесійних дій із сторони персоналу під час пожеж, що призводить до збільшення часу евакуації і відповідно збільшення ризику загибелі відвідувачів [9]. Дослідження показують, що

більша кількість відвідувачів громадських місць покладається на технічні системи безпеки та персонал і неготова до самостійних дій при виникненні пожежі і незацікавлена вивчати інформацію щодо безпеки у НС.

Також слід зазначити, що 79 % опитаних виявили зацікавленість до впровадження програмних продуктів VR даних заходів. Тому актуальним лишається питання розробки програмного продукту з використанням віртуальної реальності на основі проведеного аналізу, ключовим аспектом якої буде сприяння закріплення навичок, щодо дій у НС та підвищенню рівня безпеки усіх присутніх у ТРЦ при виникненні надзвичайних ситуацій.

Відомо, що людина до 90 % інформації отримує за допомогою зору, а швидкість прийняття рішень у критичних ситуаціях залежить від ступеня засвоєння цієї інформації і рівня підготовленості. Відповідно рівень засвоєння інформації про безпеку залежить від кількості повторювань і має прямий вплив на формування психологічного стану людини, поведінку та ступень ризику ураження у критичних ситуаціях, що підтверджується практичними результатами на діючих об'єктах, наприклад «Фахівці ТРЦ «Ocean Plaza» стверджують: «що можуть вивести відвідувачів ТРЦ повністю за 12 хвилин. Цього результату досягли, в тому числі, завдяки анонімним «мінерам» – у 2014 році через них комплекс довелося евакуювати рекордних 27 разів» [8].

Оцінка і встановлення оптимальної і мінімальної кількості тренувань відбувалась за результатами хронометричних спостережень під час проведення тренінг-тесту. У тренінгу було задіяно 24 учасники (з числа студентів під час навчального семестру), з яких сформовано 8 груп по три учасники у кожній.

Для підтвердження можливості застосування VR, як одного із шляхів підвищення рівня безпеки та захисту населення від негативного впливу НС виконано оцінку ефективності її застосування та встановлено кількісні

показники залежностей кількості і частоти проведення тренувань у віртуальному середовищі.

Обробка даних і регресивний аналіз виконано засобами EXCEL, результати відображено на рисунках 1 та 2.

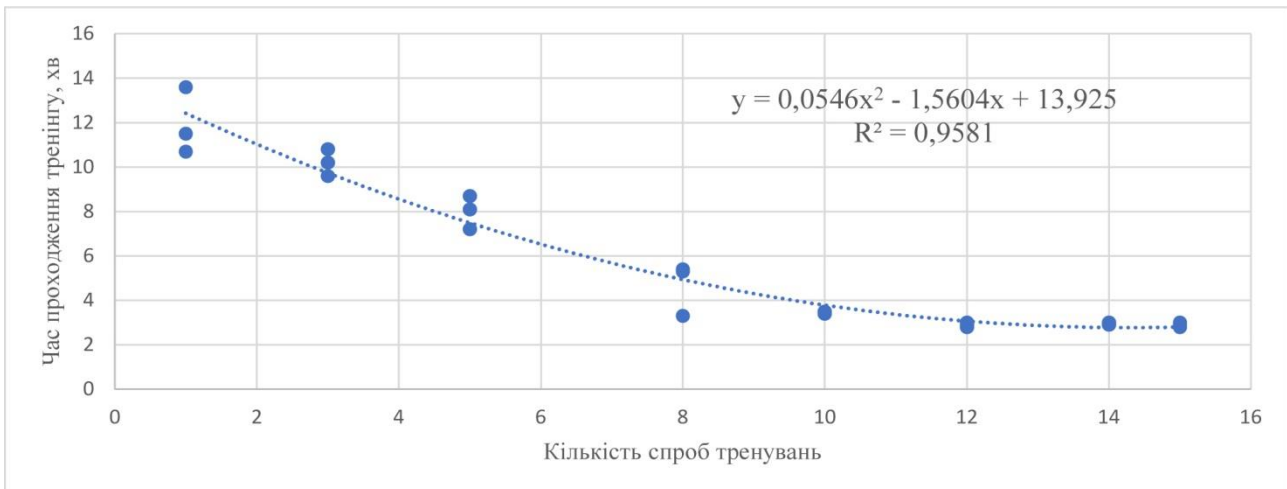


Рис. 1. Залежність часу проходження тренінгу (хв) від кількості спроб тренувань (представлено тах та тіп значення часу трьох учасників)

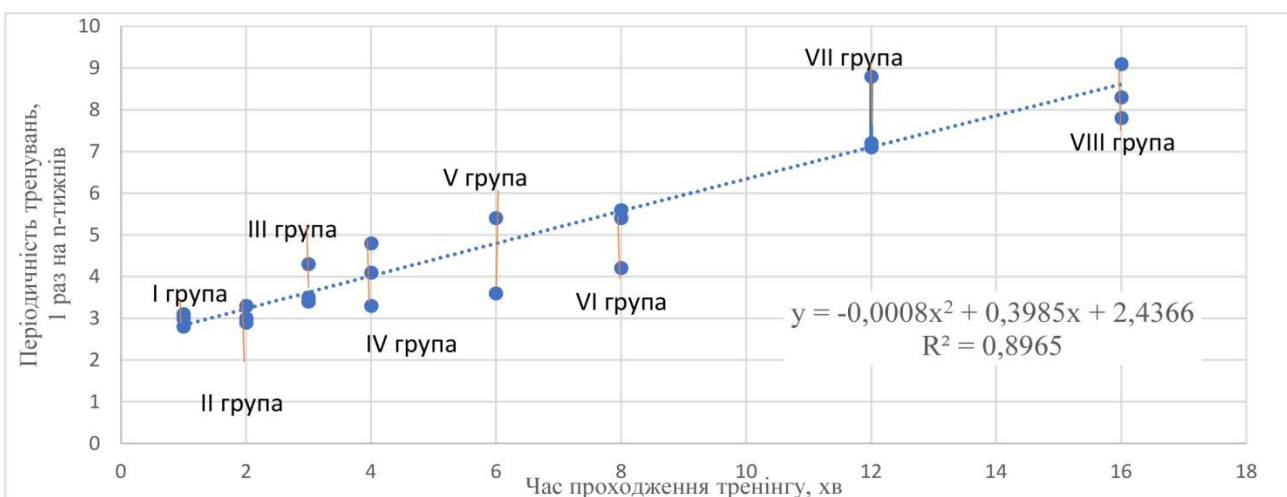


Рис. 2. Залежність часу проходження тренінгу (хв) від частоти тренувань протягом 16 тижнів, – (I група – щотижня), (II група – раз на 2 тижні) (III група – раз на 3 тижні) (VIII група – раз на 16 тижнів)

Лінія тренду, яка відображає середні значення аналізованих показників, отримана за допомогою поліноміальної функції.

$R^2$  – коефіцієнт детермінації – 0,9581, або 95,81 % означає, що розрахункові параметри моделі на 95,81 % пояснюють залежність між параметрами, які вивчаються. У нашому випадку Добре – понад 0,8.

Кількість спроб тренувань в межах даної моделі впливає на час проходження тренінгу або прийняття рішень у НС. з вагою  $Y = -0,674$  (великий ступінь впливу). Знак «-» вказує на від’ємний вплив: чим більше тренувань, тим менше витрачається

часу на проходження тесту, що справедливо. Діаграма (рис. 1) показує, що стійке закріплення знань відбувається після 7–10 спроб.

З рис. 2 видно, що коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,8965$ , тобто розрахункові параметри моделі на 89,6 % пояснюють залежність між параметрами. Лінія тренду, яка відображає середні значення аналізованих показників, описується за допомогою лінійної функції.

Отже, представлені залежності на рисунку 1 показують, що максимального результату при першому навчанні можливо досягти лише після 7–10 разів проходження

тренінгу. З плином часу пам'ять людини здатна забувати інформацію, тому для підтримки навичок необхідно через певні періоди часу повторювати тренування. Дану залежність продемонстровано на рисунку 2, з якого видно, що час проходження тренінгу описується лінійними закономірностями і знаходиться в прямій залежності від частоти або проміжків між тренінгами. Оптимальною частотою для підтримки знань і навичок щодо дій у НС можна приймати від 4 до 8-ми тижнів. Отже застосування засобів VR в проектах захисту населення від негативного впливу НС є актуальним і ефективним елементом забезпечення безпеки.

**Висновки.** В процесі соціологічних досліджень встановлено наявність низького рівня знань населення щодо дій у надзвичайних ситуаціях, а також відсутність зацікавленості дбати про власну безпеку при знаходженні у громадських місцях, що свідчить про застарілі методи і недосконалість існуючої системи підготовки населення та необхідність пошуку інновацій, розробки додаткових заходів безпеки для розв'язку даної проблеми. Основною причиною незацікавленості населення є впевненість відвідувачів

громадських місць у тому, що технічні системи безпеки об'єкта та його персонал захистять їх від негативного впливу надзвичайних ситуацій. Можна зробити висновок про доцільність підвищення безпеки громадських місць у надзвичайних ситуаціях шляхом впровадження запропонованих інноваційних рішень для галузі цивільної безпеки з використанням програмних продуктів віртуальної реальності на гаджетах відвідувачів і системи мотивації у вигляді бонусних пропозицій. У результаті досліджень встановлено оптимальну частоту проведення тренінгів для постійної підтримки знань і навичок, щодо дій у НС, від 4 до 8-ми тижнів. Ефективність та можливості застосування технологій віртуальної реальності в проектах підвищення безпеки для різних верств населення при виникненні НС у громадських місцях дали позитивний результат, що підтверджується результатами практичних досліджень. Отже, можна стверджувати, що застосування віртуальної реальності в проектах системи захисту населення сприяє підвищенню рівня знань і психологічної підготовленості населення до дій при виникненні надзвичайних ситуацій.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Візуалізація інформації: що, чому, навіщо, як. URL: <https://yur-gazeta.com/golovna/vizualizaciya-informaciyi-shcho-chomu-navishcho-yak.html>.
2. Федорчук-Мороз В. І., Рудинець М. В. Інноваційні проекти підвищення безпеки праці в сучасних умовах розвитку виробничих технологій. *Український журнал будівництва та архітектури*. № 6 (006). 2021. С. 69–74. DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.281221.69.816.
3. Інформаційно-аналітична довідка про надзвичайні ситуації в Україні, що сталися упродовж 2021 року. URL: <https://dsns.gov.ua/uk/operational-information/133841>.
4. Можливості технологій віртуальної реальності в різних сферах. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/28903722.html>
5. Рудинець М. В., Федорчук-Мороз В. І. Інноваційний проектний підхід до зацікавленості населення у захисті від надзвичайних ситуацій. *Вісті Донецького гірничого інституту*. 2022. № 1 (50). С. 124–131. URL: <https://doi.org/10.31474/1999-981X-2022-1-124-131>.
6. Слово і діло. Аналітичний портал. URL: <https://www.slovoidilo.ua/2022/04/22/novyna/suspilstvo/chas-vijny-ukrayini-zahynulo-2435-myrynx-zhyteliv-oon>.
7. Унікальний інноваційний прилад – ТРЕНАЖЕР «СИМ-2» (симулятор вогнегасника). URL: <http://www.ucnovator.com.ua/%D1%82%D1%80/>
8. Руденко Є., Сарахман Е., Судакова Н. Уроки Кемерово. Чи можна врятуватись від пожежі в київських ТРЦ? *Українська правда*. 2018. URL: <https://www.pravda.com.ua/articles/2018/03/28/7176011/>
9. Шильдс Д. Т., Бойс К. Е., Холщевников В. В., Самошин Д. А. Поведение персонала торговых комплексов при пожаре. Часть 1. Анализ реальных пожаров и видеозаписей неанонсированных эвакуаций с целью количественного и качественного описания влияния персонала на ход эвакуации. *Пожаровзрывобезопасность*. 2005. № 1. С. 44–52.

10. Sivakovska O., Rudynets M., Yashchuk A., Redko R., Zabolotnyi O. Project Safety Management Systems of Students with 3D Game Development. *Springer Innovations in Communication and Computing* this link is disabled. 2022. Pp. 459–468. URL: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-67241-6\\_36](https://doi.org/10.1007/978-3-030-67241-6_36)

## REFERENCES

1. *Vizualizatsiya informatsiyi: shcho, chomu, navishcho, yak* [Visualization of information: what, why, why, how]. URL: <https://yur-gazeta.com/golovna/vizualizatsiya-informatsiyi-shcho-chomu-navishcho-yak.html> (in Ukrainian).
2. Fedorchuk-Moroz V.I. and Rudynets' M.V. *Innovatsiyni proekty pidvyshchennya bezpeky pratsi v suchasnykh umovakh rozvytku vyrobnychyykh tekhnolohiy* [Innovative projects to improve occupational safety in modern conditions of development of production technologies]. *Ukrayins'kyi zhurnal budivnytstva ta arkhitektury* [Ukrainian Journal of Civil Engineering and Architecture]. No. 6 (006), 2021, pp. 69–74. DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.281221.69.816 (in Ukrainian).
3. *Informatsiyno-analitychna dovidka pro nadzvychayni sytuatsiyi v Ukrayini, shcho stalysya uprodovzh 2021 roku* [Information and analytical report on emergencies in Ukraine that occurred during 2021]. URL: <https://dsns.gov.ua/uk/operational-information/133841> (in Ukrainian).
4. *Mozhlyvosti tekhnolohiy virtual'noyi real'nosti v riznykh sferakh* [Possibilities of virtual reality technologies in various fields]. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/28903722.html> (in Ukrainian).
5. Rudynets M.V. and Fedorchuk-Moroz V.I. *Innovatsiyni proektyni pidkhid do zatsikavlenosti naselennia u zakhysti vid nadzvychainykh sytuatsii* [Innovative design approach to public interest in emergency protection]. *Visti Donetskoho hirnychoho instytutu* [News of the Donetsk Mining Institute]. 2022, no. 1 (50), pp. 124–131. URL: <https://doi.org/10.31474/1999-981X-2022-1-124-131>. (in Ukrainian).
6. *Slovo i dilo. Analitychnyy portal* [Word and deed. Analytical portal]. URL: <https://www.slovoidilo.ua/2022/04/22/novyna/suspilstvo/chas-vijny-ukrayini-zahynulo-2435-myrnyx-zhyteliv-oon> (in Ukrainian).
7. *Unikal'nyy innovatsiynyy prylad – TRENAZHER «SYM-2» (symulyator vohnehasnyka)* [Unique innovative device – SIM-2 EXERCISE MACHINE (fire extinguisher simulator)]. URL: <http://www.ucnovator.com.ua/%D1%82%D1%80/> (in Ukrainian).
8. Rudenko Ye., Sarahman E. and Sudakova N. *Uroky Kemerovo. Chy mozha vryatuvatys' vid pozhezhi v kyyivs'kykh TRTS?* [Lessons from Kemerovo. Is it possible to escape from a fire in Kyiv's shopping malls?]. *Ukrayins'ka Pravda* [Ukrainian Pravda]. 2018. URL: <https://www.pravda.com.ua/articles/2018/03/28/7176011/> (in Ukrainian).
9. Shyl'ds D.T., Boys K.E., Kholshchevnykov V.V. and Samoshyn D.A. *Povedenye personala torhovykh kompleksov pry pozhare. Chast' 1. Analiz real'nykh pozharov y vydeozapysey neanonsyrovannykh evakuatsyy s tsel'yu kolychestvennoho y kachestvennoho opysanyya vlyyannya personalana na khod evakuatsyy* [Behavior of the staff of shopping malls in case of fire. Part 1. Analysis of real fires and videos of unannounced evacuations in order to quantitatively and qualitatively describe the impact of personnel on the course of the evacuation]. *Pozharovzryvobezopasnost'* [Fire and Explosion Safety]. 2005, no. 1, pp. 44–52. (in Russian).
10. Sivakovska O., Rudynets M., Yashchuk A., Redko R. and Zabolotnyi O. Project Safety Management Systems of Students with 3D Game Development. *Springer Innovations in Communication and Computing* this link is disabled. 2022, p. 459–468. URL: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-67241-6\\_36](https://doi.org/10.1007/978-3-030-67241-6_36).

Надійшла до редакції : 31.07.2022.