



ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЭВАКУАЦИИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ И ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20782404>

Республика Узбекистан

Андижанский государственный технический институт

доцент Ходжакулов Мухторджон Назаркулович

khodjakulovmuxtorjon@gmail.com

Аннотация. *Уровень целостности пространственных знаний населения имеет решающее значение для поведения при эвакуации во время пожара. Использование соответствующих мер вмешательства для людей с разным уровнем пространственных знаний может эффективно повысить эффективность эвакуации. Однако различные чрезвычайные ситуации также по-разному влияют на поведение при эвакуации. В данной работе мы объединяем целостность пространственных знаний, поведение при вмешательстве и чрезвычайные ситуации в исследовании эвакуации при пожаре. Результаты исследования показали, что участники с полными пространственными знаниями имели меньшие расстояния и время эвакуации.*

Ключевые слова: *резкие ситуации, эвакуационное население, инновационные технологии, системы раннего предупреждения, цифровые технологии, искусственный интеллект, моделирование эвакуации, управленческий риск, научные исследования, безопасность жизнедеятельности.*

Актуальность темы. В связи с быстрым прогрессом урбанизации, быстрым развитием коммерческой экономики, масштабы отдельных зданий постоянно расширяются, а внутренняя структура становится все более сложной. Для повышения эффективности эвакуации и снижения числа жертв проблема эвакуации в чрезвычайных ситуациях стала актуальной темой исследований.. Эффективность эвакуации в чрезвычайных ситуациях зависит от

полноты пространственных знаний. Наличие хороших пространственных знаний помогает сократить время и расстояние эвакуации [1;2;3].

Влияние целостности пространственных знаний на эвакуацию проявляется главным образом в следующих аспектах: во-первых, эффективность эвакуации участников с разной степенью целостности пространственных знаний различна. Участники с полными



пространственными знаниями смогли быстрее найти пути эвакуации.

Участники с неполными пространственными знаниями не могут идентифицировать окружающую среду, что затрудняет эвакуацию.

Поэтому участники с полными пространственными знаниями с большей вероятностью достигают безопасной зоны, чем участники с неполными пространственными знаниями. Во-вторых, люди с разными пространственными знаниями имеют разные характеристики эвакуации, например: люди с полными пространственными знаниями полагаются на автономную эвакуацию [4;5;6]. Люди с неполными пространственными знаниями эвакуировались вместе с окружающей толпой. В-третьих, люди с разным уровнем пространственных знаний склонны выбирать знакомые пути эвакуации. В чрезвычайных ситуациях люди склонны выбирать знакомые маршруты и выходы, а не незнакомые. Однако, выбор путей эвакуации, зависящий только от целостности пространственных знаний отдельных лиц, может привести к заторам в толпе. Лидер сам или лидер предоставляет информацию о безопасности толпе в чрезвычайной ситуации через оборудование. Существует два вида вмешательства: вмешательство лидера и вмешательство в масштабе.

Вмешательство лидера — это поведение обученных лидеров, непосредственно входящих на место

происшествия для предоставления информации об эвакуации и направления людей из опасных зон. Вмешательство в масштабе относится к действию предоставления людям информации о безопасности, такой как маршруты и выходы, посредством трансляции маркировки [7;8]. Сценарии вмешательства лидера следующие: во-первых, люди не могут точно получить доступ к информации об окружающей среде. Поскольку обзор людей ограничен дымом или отсутствием освещения, вмешательство лидеров становится основным направляющим действием. Полученная персоналом, неопределенна. Когда в туннеле возникает пожар, предупреждающая информация, полученная персоналом через FM-радио, неопределенна, что приводит к недействительности руководства, полученного в результате вмешательства в масштабе.

Область применения мер реагирования следующая: во-первых, эвакуация инвалидов. Люди с нарушениями зрения чувствительны к светодиодным знакам при пожаре и могут быть эффективно идентифицированы для эвакуации. Хотя влияние поведения при оказании помощи на эвакуацию в чрезвычайных ситуациях изучалось, влияние поведения при оказании помощи на эвакуацию в чрезвычайных ситуациях различной степени опасности остается неясным.



Методы. В исследовании приняли участие 113 студентов или членов местного сообщества Андиганского государственного технического института в Андиганской области Узбекистана (средний возраст = 20,2 года, диапазон 18–22 года; 64 мужчины и 64 женщины). У них было нормальное или почти нормальное зрение (острота зрения более 1,0) и отсутствовала цветовая слепота. Перед началом эксперимента участники должны были подписать форму информированного согласия. Затем участникам было предложено заполнить предварительную анкету, включающую вопросы об их биографии, положительных и отрицательных эффектах. Все экспериментальные процедуры проводились в соответствии с протоколом.

Результат. В данном исследовании мы оценивали эффективность эвакуации участников по расстоянию эвакуации (м) и времени эвакуации (секунды). Средние значения двух зависимых переменных показаны на рисунке 6. В данной работе рассматривается расстояние и время эвакуации в рамках эксперимента 2 (целостность пространственных знаний: полные пространственные знания, неполные пространственные знания) \times 2 (опасная чрезвычайная ситуация: низкая чрезвычайная ситуация, высокая чрезвычайная ситуация) \times 2 (поведенческие вмешательства: вмешательство лидера,

вмешательство масштаба). Результаты показывают, что степень целостности пространственных знаний оказывает значительное влияние на расстояние эвакуации ($F=7,924$, $p=0,006<0,05$). Участники с полными пространственными знаниями имели меньшее расстояние эвакуации, чем участники с неполными пространственными знаниями (35,1 м против 39,8 м). Результаты также показывают, что степень целостности пространственных знаний оказывает значительное влияние на время эвакуации, $F=3,842$, $p=0,005<0,05$. Это указывает на то, что время эвакуации участников с полными пространственными знаниями короче, чем у участников с неполными пространственными знаниями.

Обсуждение. В заключение, результаты данного исследования показывают, что выбор участниками маршрута эвакуации определяется степенью целостности пространственных знаний. В частности, участники экстренной эвакуации, как правило, выбирают знакомые маршруты, а участники с полными пространственными знаниями с большей вероятностью ищут и выбирают лучшие маршруты. Подавляющее большинство участников [8;9] полными пространственными знаниями эвакуировались по кратчайшему маршруту. Поскольку участники с полными пространственными знаниями понимают всю окружающую



среду, они могут использовать аналитические системы принятия решений для принятия обоснованных решений по поиску пути. Для участников с неполными пространственными знаниями выбор маршрута эвакуации более случаен и непредсказуем, чем у участников с полными пространственными знаниями. Таким образом, участники с полными пространственными знаниями способны принимать оптимальные решения и находить лучшие маршруты для снижения опасности в случае ее возникновения.

Заключение. Результаты этого исследования имеют три практических следствия. Во-первых, торговые центры обладают полным пространственным знанием. В чрезвычайных ситуациях они, как правило, следуют знакомому маршруту эвакуации, поэтому выбор маршрута эвакуации весьма предсказуем. Это означает, что служба экстренной помощи торгового центра может изучить состав персонала, спрогнозировать маршрут экстренной эвакуации в соответствии с пространственным знанием персонала и соответствующим образом разработать планы действий в чрезвычайных ситуациях. Во-вторых, участники с неполным пространственным знанием, как правило, двигаются медленнее и принимают решения о выборе пути случайным образом, что указывает на

то, что они представляют собой серьезную проблему для экстренной эвакуации. Этот персонал не обладает достаточными знаниями об окружающей среде и в значительной степени полагается на внешние ориентиры при принятии решений о направлении движения.

Поэтому во время экстренной эвакуации необходимо размещать информационные указатели и инструкции для персонала, чтобы помочь людям безопасно эвакуироваться. В-третьих, в особо опасных чрезвычайных ситуациях неопределенность решений населения возрастает из-за сложной окружающей среды и высокого риска. Отделу экстренной помощи торгового центра следует направить больше руководителей для вмешательства и непосредственного входа в торговый центр для руководства эвакуацией. В чрезвычайных ситуациях низкого риска население, как правило, эвакуируется случайным образом, поэтому, если руководство будет сосредоточено на участниках с полным пространственным знанием, идентификация позволит лучше гарантировать, что участники будут следовать по правильному маршруту. Руководители, отвечающие за участников с неполным пространственным знанием, смогут лучше организовать эвакуацию, учитывая недостаток информации об окружающей среде.



ЛИТЕРАТУРА:

1. Anthony, R. Mawson. Understanding Mass Panic and Other Collective Responses to Threat and Disaster. Routledge, 68, 2 (2014).
2. Bernardini, G., Azzolini, M., D'Orazio, M. & Quagliarini, E. Intelligent evacuation guidance systems for improving fire safety of Italian-style historical theatres without altering their architectural characteristics. *Journal of Cultural Heritage*. 22(Complete), S1296207416301030(2016)
3. Boyce, K. E., Shields, T. J. & Silcock, G. Toward the characterization of building occupancies for fire safety engineering: capability of people with disabilities to read and locate exit signs. *Fire Technol*, 35 (1), 79–86 (1999).
4. Caroly, S., Kouabenan, D. R. & Gandit, M. Analysis of danger management by highway users confronted with a tunnel fire. *Safety Science*. 60(Complete), 35-46(2013)
5. Casareale, C., Bernardini, G., Bartolucci, A., Marincioni, F. & D'Orazio, M. Cruise ships like buildings: wayfinding solutions to improve emergency evacuation. *Build. Simul*, 10 (3), 1–15 (2017).
6. Cc, A., Pc, B., Rdr, A., Mgm, C. & Pr, D. Modelling and numerical simulation of pedestrian flow evacuation from a multi-storey historical building in the event of fire applying safety engineering tools. *Journal of Cultural Heritage*, 41, 188–199 (2020).
7. Ding, N. & Sun, C. Experimental study of leader-and-follower behaviours during emergency evacuation. *Fire Saf. J*, 117 (1), 103189 (2020).
8. Fang, Z. M., Song, W. G., Hao, W. & Zhang, J. A multi-grid model for evacuation coupling with the effects of fire products. *Fire Technol*, 48 (1), 91–104 (2012).
9. Galea, E. R., Xie, H., Deere, S., Cooney, D. & Filippidis, L. Evaluating the effectiveness of an improved active dynamic signage system using full scale evacuation trials. *Fire Safety Journal*, 91(jul.), 908– 917 (2017).