



## ENSURING THE SAFETY OF PEOPLE WITH THEIR EVACUATION FROM HIGH-RISE BUILDINGS TO EMERGENCY SITUATIONS

Shamsitdinov B. F.

Associate Professor, Ph.D.

Rivne State Humanitarian University

Igitov F. B.

Assoc., PhD,

Shamuratova Sh. M.

Associate Professor, Ph.D.

Usmanhodzhaeva I. T.

Senior Lecturer, Tashkent Chemical-Technological Institute

usmanxodjayevai@gmail.com, +998973448790

### Annotation

The article examines the factors that affect the safety of people and the possibility for their rapid evacuation from a high-rise building in the event of emergency life-threatening situations.

**Keywords:** the factors, a high-rise building, the event of emergency life-threatening situations, people, the safety, rapid evacuation.

### Аннотация

В статье исследуются факторы, влияющие на обеспечение безопасности людей и возможности для их быстрой эвакуации из высотного здания в случае возникновения чрезвычайных опасных для жизни ситуаций.

**Аннотация.** Мақолада ҳаёт учун хавfli бўлган фавқулodда вазиятлар рўй берганда одамлар хавфсизлигини таъминлаш ва уларни баланд, кўп қаватли биодан тезлик билан чиқарилишига таъсир қилувчи омиллар ўрганилди.

Ключивые слова: факторы, высотные здания, чрезвычайные опасные для жизни ситуации, люди, обеспечение безопасности, быстрая эвакуация.

Калит сўзлар: омиллар, баланд бўлган биолар, ҳаёт учун хавfli фавқулodда вазиятлар, одамлар, хавфсизликни таъминлаш, тезлик билан чиқариш.



Введение. Современное градостроительство характеризуется увеличением количества высотных зданий, в которых находится довольно большое количество людей. В этой связи существует актуальная проблема обеспечения безопасности людей при их быстрой эвакуации из высотного здания в случае возникновения чрезвычайных опасных для жизни ситуаций, в первую очередь, связанных с пожарами и землетрясениями. Хотя строительные нормы и правила и предусматривают определенные требования к обеспечению безопасности людей при проектировании высотных зданий, тем не менее, как показывает реальный опыт, в этих требованиях учтены далеко не все существующие возможности для обеспечения безопасности жизни людей в чрезвычайных ситуациях. По этой причине существует необходимость в дополнительном изучении способов и средств для обеспечения безопасности жизни людей в чрезвычайных ситуациях. Эта необходимость заключается в углубленном изучении полного комплекса вопросов обеспечения безопасности людей при их быстрой эвакуации из высотных зданий. Специалистами разных стран вопросам обеспечения безопасности людей в чрезвычайных ситуациях при их быстрой эвакуации из высотных зданий уделяется самое пристальное внимание. Из большого количества публикаций на эту тему в качестве всего лишь примера можно указать на работы [1-3].

**Материалы и методы.** В статье использованы материалы, опубликованные в научных журналах и других источниках. Используются методы анализа информации и синтеза научно обоснованных рекомендаций.

**Результаты и обсуждения.** В статье исследуется ряд факторов, влияющих на обеспечение безопасности людей и возможности для их быстрой эвакуации из высотного здания в случае возникновения чрезвычайных опасных для жизни ситуаций.

1. Первым фактором обеспечения безопасности людей является *учет влияния характеристик различных типов высотных зданий на поведение людей при их эвакуации*. Характеристики различных типов высотных зданий имеют решающее значение для выбора возможных стратегий эвакуации, которые следует использовать. *Например, обитатель верхних этажей может пройти очень большие расстояния, чтобы достичь уровня земли. Это может вызвать необходимость в периодах отдыха во время эвакуации и последующее дополнительное увеличение времени эвакуации.*

Наиболее распространенными видами высотных зданий являются *офисные здания, жилые здания* (например, жилые дома, отели и т. д.) и *учреждения*



здравоохранения. Рассмотрим особенности эвакуации людей для каждой категории этих зданий.

*Офисные здания* с точки зрения дизайна, как правило, имеют открытую планировку этажей, что ограничивает возможность локализации огня в отсеке. Сотрудники, как правило, лучше подготовлены к эвакуации из здания, поскольку они, как правило, проходят подготовку в ходе эвакуационных учений, одеты, бдительны и несут ответственность в основном за себя. Сотрудники могут быть более знакомы с компонентом выхода из лифта, если используются лифтовые системы. Пожарные системы, как правило, содержатся в хорошем состоянии и могут включать в себя записанные голосовые сообщения и пожарную сигнализацию. Обученный персонал с особыми обязанностями при пожаре может быть под рукой для облегчения эвакуации.

*Жилые дома* обладают совершенно разными характеристиками, как с точки зрения конструкции здания, так и с точки зрения характеристик населения. При наступлении аварийной ситуации жильцы могут спать, быть не одетыми и т. д. В результате они не готовы к эвакуации, что вызывает длительную задержку начала эвакуации и требует более длительного времени для эвакуации. Причинами длительного времени для эвакуации являются эмоциональная привязанность жильцов к своей квартире и к своим вещам, нежелание расставаться со своим имуществом, задержка в распространении информации из-за изолированности квартир, моральная неготовность к быстрым действиям в критической ситуации. Жильцы знакомы с планировкой своих квартир/общежитий, в то время как постояльцы в гостиницах, чаще всего, не знакомы с планировкой здания, что вызывает трудности при эвакуации в случае аварийной ситуации.

*Учреждения здравоохранения* имеют ту особенность, что находящиеся в них люди обладают разными физическими возможностями, включая людей с временной или постоянной инвалидностью и ограниченными способностями передвижения. Персонал медучреждений, как правило, не обучен выполнять действия по спасению пациентов и самих себя в чрезвычайных ситуациях, что создает сложности для эффективной эвакуации из здания.

2. Вторым фактором обеспечения безопасности людей является *приспособленность и эффективность вертикальных путей выхода из высотного здания* – лифтов, лестниц, запасных чрезвычайных выходов, мостов и т.д. Эффективность вертикальных путей эвакуации людей из высотного здания требует достаточного количества лифтов, их максимальной вместительности, возможностей многократных поездок на лифте, безаварийной работы лифтов.



**Эвакуационные лифты.** Эвакуация лифтов в зданиях была предметом исследований с начала 1930-х годов, но атака на ЦМТ подтолкнула исследователей и регулирующие органы к более систематическому исследованию проблемы вертикальной эвакуации. Использование эвакуационных лифтов было предметом больших споров в сообществе исследователей эвакуации. Пру заявил, что эффективность использования лифтов для повышения безопасности жизни была продемонстрирована на очень ранней стадии исследований по эвакуации. Осведомленность общественности по этой теме была поднята в связи с проблемами, связанными с эвакуацией, продемонстрированной террористическим нападением 11 сентября на ВТЦ.

Традиционная концепция, согласно которой лифты не должны использоваться во время чрезвычайной ситуации, была отвергнута необходимостью обеспечить более быстрые и эффективные методы эвакуации из высоких зданий. В частности, на их возможное использование во многом повлияли проблемы, связанные с эвакуацией людей с ограниченными возможностями по лестнице.

Есть несколько проблем, связанных с использованием эвакуационных лифтов с точки зрения дизайна. Ограниченное пространство в лифтах может создавать проблемы давки людей в условиях ограниченного пространства и высокой плотности. Пламя, тепло и дым могут проникать в шахту лифта. В результате при движении лифта создается отрицательное давление, засасывающее дым внутрь лифта, создавая *эффект поршня* (Чиен и Вэнь) [2011](#); Клите [1983](#)). Особые требования также касаются аварийного электроснабжения и защиты воды (Bukowski [2005](#); Bukowski [2010a](#); Bukowski [2010b](#)). Эвакуационные лифты также должны быть спроектированы с учетом защиты от землетрясений, наличием систем аварийной связи и устойчивости к распространению загрязнителей воздуха (Klote et al. [1993](#)). Места посадки должны находиться на этажах, которые могут быть заняты большим скоплением людей, и быть связаны с зонами убежища на лестнице выхода (NFPA [2012](#); Weismantle et al. [2007](#)).

Комитет Американского общества инженеров-механиков (ASME) (ASME 2013; Klote et al. 1992b; Kuligowski and Bukowski 2004), который отвечает за правила работы с лифтами, исследовали возможность использования лифтов во время эвакуации при пожаре, уделяя особое внимание человеческому фактору. Таким образом, при разработке стратегии эвакуации, основанной на использовании лифта, следует учитывать не только конструктивные проблемы чрезвычайных лифтов, но и поведенческие факторы и их влияние на



эффективность стратегий эвакуации. Например, готовность людей использовать лифт вместо лестницы в зависимости от высоты этажа, на котором находятся люди в момент начала эвакуации. Еще одно преимущество использования эвакуационных лифтов в качестве дополнительного компонента эвакуации заключается в том, что они могут помочь людям с ограниченными физическими возможностями выполнить эвакуацию без внешней помощи.

*Лестницы* должны быть достаточно широкими и удобными, в высотном здании обязательно должны предусматриваться запасные аварийные выходы. Лестницы с указателями должны быть спроектированы в соответствии адекватной возможностью эвакуировать наибольшее количество людей с определенной площади или способностью к одновременной эвакуации всех людей на нескольких этажах. Проблемы с лестницей, связанные с проектированием конструкций, в настоящее время отражены в строительных нормах и правилах, например, NFPA101.

Лестничная эвакуация представляет серьезные проблемы для людей с ограниченными возможностями. В литературе анализировались различные проблемы эвакуации, такие как способность людей пользоваться лестницей с помощью или без посторонней помощи. Разнообразие возможных нарушений вызывает существенный разброс в поведении людей этого типа при использовании лестницы и скорости их движения. Закон об американцах с ограниченными возможностями в зданиях подчеркивает необходимость адекватного проектирования с учетом всех этих вопросов. При проектировании лестницы следует учитывать несколько других аспектов. К ним относятся встречные потоки, присутствие или отсутствие пожарных во время эвакуации по лестничной клетке, задержки в начале эвакуации.

Значимым фактором обеспечения безопасности людей является *слияния потоков, эвакуированных на стыке этажа с лестницей при эвакуации с лестничной клетки в многоэтажных зданиях*. Влияние поведения слияния может определять скорость агентов и, следовательно, влиять на общее время эвакуации. Galea предположил, что в многоэтажных зданиях этажи должны быть связаны с площадкой на противоположной стороне от входной лестницы, чтобы повысить эффективность потоков. Воусе обсуждал соотношения слияния, проводя эксперименты, которые показывают, что, несмотря на различия в геометрическом расположении двери по отношению к лестнице, соотношение слияния всегда было примерно 50:50.



**3. Третьим фактором обеспечения безопасности людей является использование альтернативных путей эвакуации.** Один из возможных методов - внедрение средств горизонтальной эвакуации на высоте, то есть использование подвесных мостов для соединения вышек. Этот элемент выхода может быть дизайнерским решением в случае зданий, состоящих как минимум из двух башен. Концепция небесного моста не нова. Первое небо мост был Понте деи Sospirì, спроектированный архитектором Антонио Контин в Венеции в начале 17-го века.

В последнее время это дизайнерское решение уже было реализовано в нескольких зданиях по всему миру, например, в Башнях Петронас в Малайзии. Небесные мосты могут использоваться для эвакуации людей, находящихся не на первом этаже. Однако осуществимость этого дизайнерского решения связана с несколькими факторами, такими как высота здания и его общий дизайн. Непосредственная выгода, получаемая от использования надземных мостов, заключается в сокращении вертикального пути эвакуации и расширении возможностей для эвакуации. Тем не менее, эффективность эстакады строго связана с принятой стратегией эвакуации и другими доступными компонентами эвакуации. Размещение надземных мостиков должно быть сделано для обеспечения максимальной эффективности эвакуации. По этой причине надземный мост должен быть размещен на уровне, где происходит переключение лифтового зонирования.

Использование небесного моста может оказать значительное влияние на планирование здания, поскольку соединительные этажи станут небесными вестибюлями (то есть, включая лестничные и лифтовые вестибюли).

**4. Четвертым фактором обеспечения безопасности людей является использование этажей убежищ, предназначенных для безопасного пребывания людей в здании в случае аварийной ситуации.** Эффективность этажей убежищ была предметом специальных исследований. Недавние нормативные акты, такие как Кодекс пожарной безопасности Гонконга, предписывают использование полов для убежищ при проектировании средств эвакуации. С точки зрения эвакуации, этажи убежища имеют несколько преимуществ:

- 1) они являются местом пребывания и отдыха для эвакуированных,
- 2) уменьшается вероятность того, что лестницы или лифтовые шахты будут заполнены дымом,
- 3) они могут использоваться для защиты инвалидов и / или раненых эвакуированных,



4) они могут использоваться в качестве командного пункта для спасательных команд для оказания помощи при эвакуации,

5) они могут служить базой пожаротушения.

Кроме того, использование эвакуационных лифтов упростится, поскольку этажи убежищ могут использоваться в качестве этажей для подъема, поскольку они могут вместить значительное количество эвакуированных. С другой стороны, есть факторы, которые могут вызвать отказ концепции этажа убежища, например, проблемы человеческого поведения (например, перенаселенность, недостаточное использование, боязнь жителей остаться в здании, находящемся под угрозой, и т.д.), Действия эвакуированных, экономическая эффективность по сравнению с альтернативными дизайнерскими решениями, вполне оправдана.

**5. Пятым фактором обеспечения безопасности людей являются подготовка и обучение персонала высотных зданий.** Уровень подготовки персонала становится еще одним ключевым фактором в эффективности эвакуации из здания. Как с индивидуальной, так и с групповой точки зрения, было проведено мало исследований для изучения поведения при эвакуации уязвимых категорий пользователей, например, людей с ограниченными физическими возможностями, пожилых людей и т. д., поведение которых может сильно повлиять на характеристики эвакуации из здания.

**6. Шестым фактором обеспечения безопасности людей является учет поведенческих аспектов, включая моральные принципы, уровни мотивации, групповое поведение, усталость и т. д.** Эксперименты, показали, что во время процесса эвакуации по лестнице может возникать уважительное поведение (например, мужские группы отдают предпочтение женщинам или группам с детьми, персонал направляет других пассажиров и т. д.). Усталость - еще один фактор, который требует учета при эвакуации по лестнице в высотных зданиях. Исследования реальных аварий показали, что эвакуируемым иногда требуется время для отдыха из-за усталости, что задерживает эвакуацию.

**Заключения и предложения.** Обеспечение безопасности людей при их быстрой эвакуации из высотного здания в случае возникновения чрезвычайных опасных для жизни ситуаций требует комплексного подхода. Предложения по обеспечению безопасности включают в себя выбор правильных архитектурно-планировочных решений при проектировании высотных зданий, обучение персонала, работающего в высотных зданиях, а также широких масс



населения, посещающих высотные здания, соблюдению правил техники безопасности и правильным действиям в случае возникновения опасных для жизни ситуаций.

### **Использованная литература**

- 1) Adams APM, Galea ER: экспериментальная оценка устройств передвижения, используемых для оказания помощи людям с ограниченными возможностями передвижения при эвакуации из высотных зданий. В материалах 5-й конференции по пешеходной и эвакуационной динамике. Национальный институт стандартов и технологий. Под редакцией: Peacock RD, Kuligowski ED, Averill JD. Спрингер, Мэриленд, США; 2011: 129–138.
- 2) Ренеке А.П., Нельсон Х.Э.: Заключительный отчет о разрушении башен Всемирного торгового центра. Федеральное расследование по вопросам строительства и пожарной безопасности в связи с бедствием Всемирного торгового центра, поведением жителей. Выходные и аварийные коммуникации. Сентябрь. NIST NCSTAR 1-7. Национальный институт стандартов и технологий, Гейтерсбург, США; 2005.
- 3) Граат Э, Мидден С., Бокхольц П. Комплексная эвакуация; влияние уровня мотивации и уклона лестницы на время аварийной эвакуации на спортивном стадионе. Saf Sci 1999, 31:127–144. 10.1016/S0925-7535(98)00061-7.