

Альтернативные решения вертикальных эвакуационных путей в зданиях

В статье рассматриваются проблемы эвакуации людей по вертикальным коммуникационным путям (лестничным клеткам). Анализируются альтернативные методы эвакуации, как архитектурные, так и инженерно-дизайнерские, рассматриваются их сильные и слабые стороны. Выявляется необходимость проектировать вертикальные эвакуационные пути с учетом наличия в общем потоке людей, чья мобильность снижена (пожилые люди; частично или полностью лишенные зрения/слуха; люди на протезах или инвалидных колясках). На основе проведенного анализа формируются критерии для проектирования вертикальных эвакуационных путей.

Ключевые слова: вертикальные эвакуационные пути; автономное эвакуационное оборудование; эвакуация из здания.

Nasoldina I. Yu.
Alternative solutions for vertical evacuation routes in buildings

The article studies the problems of evacuating people along vertical communication routes (stairwells). Alternative methods of evacuation are analyzed: architectural; engineering and design. The strengths and weaknesses of alternative evacuation methods are studied. The need to design vertical evacuation routes is revealed, taking into account the presence in the general flow of people whose mobility is reduced (elderly people; partially or completely deprived of sight/hearing; people on prostheses or wheelchairs). Based on the analysis, criteria are formed for the design of vertical escape routes.

Keywords: vertical escape routes; autonomous evacuation device; evacuation from the building.



Насолдина
Ирина
Юрьевна

аспирант, старший преподаватель кафедры Инженерной графики, Уральский государственный архитектурно-художественный университет им. Н. С. Алферова (УрГАХУ), ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет» (УГГУ), Екатеринбург, Российская Федерация
e-mail: loony_89@mail.ru

Введение

Эвакуация людей из зданий осуществляется по эвакуационным путям, которые бывают горизонтальными (холлы, коридоры, галереи и пр.) и вертикальными (лестничные узлы и противопожарные лифты). Наиболее затруднительна эвакуация по вертикальным путям из-за отсутствия безопасных противопожарных лифтовых установок, без которых на лестничных клетках происходит скопление людей, дальнейшее движение потока к выходу затрудняется.

Целью статьи является обоснование необходимости пересмотра существующих объемно-планировочных решений вертикальных путей эвакуации, прежде всего, за счет внедрения в структуру зданий эвакуационного оборудования, не противоречащего действующим нормативным документам. Задачи исследования состоят в следующем: изучить нормативные документы, регламентирующие виды вертикальных эвакуационных путей; выявить особенности эвакуации людей по лестничным клеткам; рассмотреть отечественные и зарубежные проекты альтернативных вертикальных эвакуационных путей, выявить их преимущества и недостатки; сформировать критерии для альтернативных вертикальных путей эвакуации.

Методологической основой работы является комплексный междисциплинарный подход, позволяющий рассмотреть вопрос во взаимосвязи

нормативных, функциональных и гуманистических аспектов проблемы.

Проблемой обеспечения безопасной эвакуации людей из зданий преимущественно занимаются специалисты по пожарной безопасности, акцентируя внимание на исследованиях движения людских потоков по лестничной клетке [3; 6; 10; 18–20; 23]. Исследования, направленные на выявление альтернативных архитектурно-планировочных решений основных вертикальных эвакуационных путей в жилых зданиях, не учитывают изменения мобильности людей.

Для выявления альтернативного подхода к проектированию вертикальных эвакуационных путей необходимо проанализировать отечественные и зарубежные исследовательские материалы, выявить положительные и отрицательные стороны проектов альтернативных вертикальных эвакуационных путей. На основе анализа сформировать критерии для альтернативных вертикальных путей эвакуации, которые не будут противоречить существующим нормативным документам.

Исторические предпосылки темы

Первое официальное исследование, связанное с необходимостью нормирования путей эвакуации в зданиях, было проведено в 1930-е гг. Институтом архитектуры Всероссийской академии художеств. Итоги исследования легли

в основу как отечественных, так и западных нормативных документов, регламентирующих конструктивные, объемно-планировочные и инженерно-технические решения для безопасной эвакуации людей из зданий. По итогам исследования наиболее эффективным способом эвакуации между вертикальными уровнями (смежными этажами) стало применение средств механизации внутри здания — лифтовых установок. Однако из-за нестабильности работы механизмов во время чрезвычайной ситуации, а также возможного распространения пожара по лифтовым шахтам единственными вертикальными путями эвакуации были признаны лестничные клетки [1].

В 1970-е гг. тем же Институтом архитектуры Всероссийской академии художеств проведены повторные исследования эвакуации из зданий. Результатом стала разработка нового принципа эвакуации, согласно которому требуется: снабдить противопожарной защитой лифтовые установки; на этажах организовать зоны временной противопожарной безопасности рядом с защищенными лифтовыми установками; организовать поэтажную комбинированную эвакуацию (противопожарный лифт + движение по лестничным узлам) [17]. Исследования эффективности комбинированной эвакуации с использованием противопожарных лифтов продолжились в западных странах, но в СССР полученные результаты так и не были актуализированы, и единственными вертикальными путями эвакуации остались лестничные клетки.

Анализ существующей ситуации

22 июля 2008 г. при поддержке Государственной программы «Доступная среда» [5] принят Федеральный закон № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Пунктом 15 этого ФЗ для эвакуации людей с ограниченными возможностями здоровья со всех этажей зданий предусматривается организация безопасных зон на лестничных клетках и вблизи противопожарных лифтовых установок [16]. Но органы противопожарного надзора до сих пор отказываются заверять проекты зданий, в которых в качестве вертикальных эвакуационных путей предусмотрены лифты с противопожарной защитой. Такая ситуация сложилась из-за противоречий в нормативных документах. В Федеральном законе № 123 в п. 14 сказано, что эвакуационные пути не должны включать лифты и эскалаторы (кроме метро-

политена, горнодобывающих предприятий, шахт) [16]. Согласно своду правил 112.13330.2012 «Пожарная безопасность зданий и сооружений», запрещено использовать лифтовые установки во время эвакуации [13]. Поэтому единственными вертикальными эвакуационными путями уже на протяжении 90 лет остаются лестничные клетки.

Однако исследования движения людского потока по лестничным клеткам во время эвакуации из зданий доказывают, что существующие вертикальные пути эвакуации небезопасны для людей без явных физических ограничений, а значит, и для людей, чья мобильность снижена (пожилые люди; частично или полностью лишенные зрения/слуха; люди на протезах или инвалидных колясках). Согласно данным исследованиям, процесс эвакуации выглядит следующим образом [3; 6; 10; 18–20; 23]:

- при ограниченной ширине лестниц (1,05–1,35 м) образуются плотные людские потоки с этажей;
- слияние потоков ведет к снижению интенсивности движения вниз по лестнице;
- слияние потоков приводит к образованию скопления людей с максимальной плотностью 7–8 чел./м²;
- при плотности 7–8 чел./м² скорость людского потока снижается до 6–7 м/мин;
- скопление людей с максимальной плотностью вызывает компрессионную асфиксию — удушье, отсутствие пульса;
- при кислородном голодании и/или сдавливании дыхательных путей извне люди теряют сознание, при этом общий поток продолжает движение, что приводит к получению увечий и/или гибели упавших людей.

Описываемый процесс эвакуации из зданий подтверждается не только численными экспериментами и компьютерной симуляцией, но и представленными отчетами по расследованию последствий террористического акта во Всемирном торговом центре в Нью-Йорке 11 сентября 2001 г. [19].

Необходимо рассмотреть иные методы передвижения людей между вертикальными уровнями здания при эвакуации.

Проекты альтернативных решений эвакуации людей из зданий

Существуют отечественные и зарубежные проекты, которые предлагают применять альтернативные (одновременно и/или вместо лестничных уз-

лов) элементы для эвакуации людей из зданий. Данные проекты можно объединить в три основные группы:

- архитектурные решения;
- инженерно-дизайнерские решения;
- комбинированные решения.

К **архитектурным решениям** относятся проекты, связанные с лестничными маршами, которые могут быть как дополнительными (применяемые одновременно с основными путями эвакуации), так и основными вертикальными коммуникационными путями альтернативной конструкции.

Дополнительные конструкции встроены в саму структуру здания и не используются до начала процесса эвакуации. Данные проекты разрабатываются в трех основных направлениях: лестницы без закрепления к вертикальной конструкции здания; конструкция, стационарно закрепленная к стене здания; дополнительные пути для эвакуации людей с ограниченными возможностями здоровья (далее — люди с ОВЗ). Для того чтобы разобрать положительные и отрицательные стороны, необходимо рассмотреть проекты, относящиеся к данным направлениям.

— **Устройство экстренной эвакуации людей из высотных зданий** представляет собой выдвижную двухмаршевую лестницу для перехода между этажами [8]. Устройство располагается внутри здания вдоль фасада на каждом этаже, часть подвижной конструкции опирается на плиты межэтажных перекрытий. Во время эвакуации конструкция с помощью автономной энергосистемы поворачивается на 90° в незадымляемую наружную воздушную зону, элементы раскрываются, образуя два лестничных марша с промежуточной площадкой (Иллюстрация 1).

— **Противопожарная экранированная лестница Н.Р. Янсуфина** [9] (Иллюстрация 2). Конструкция несущей рамы закрепляется к стене здания. Лестничные марши сложены и расположены в горизонтальной плоскости вдоль промежуточных площадок. Стена здания и дверные полотна облицовываются листами из жаропрочного материала, что создает дополнительную защиту как для людей, так и для самой конструкции. Во время эвакуации лестничные марши с помощью шарнирных соединений опускаются до площадок на нижнем уровне. Конструкция оборудована стойками для подачи воды.

Обе рассмотренные конструкции дополнительных вертикальных эвакуационных путей применяются в случае блокирования основных путей эвакуации и располагаются

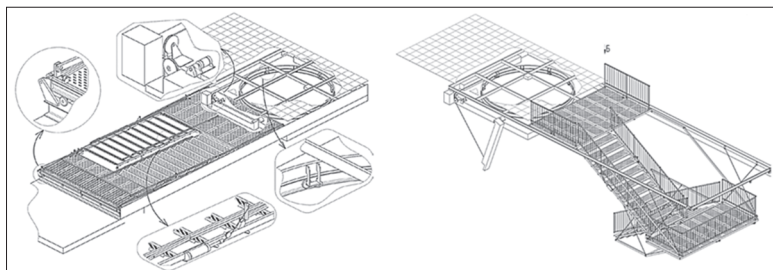


Иллюстрация 1. Устройство экстренной эвакуации людей из высотных зданий. Авторы: М. Ю. Кобзев, Л. Е. Колета. Патент на изобретение RU 2651656 C1 (дата подачи: 06.04.2017, публикация: 23.04.2018). Источник: <https://patenton.ru/patent/RU2651656C1>

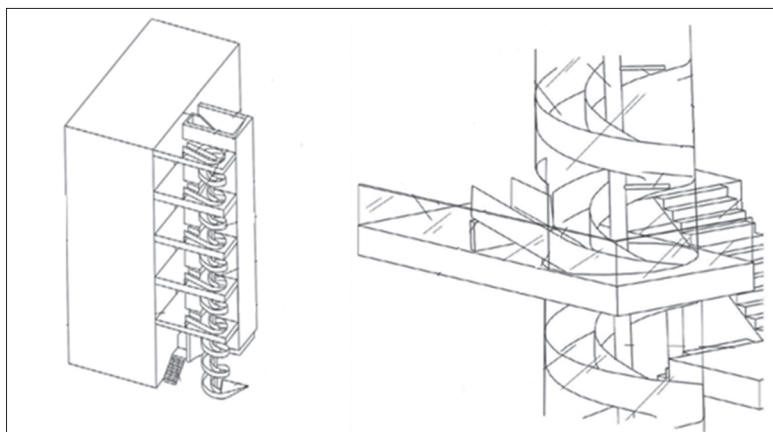


Иллюстрация 3. Система «Sistema de evacuación para edificios». Авторы: С. Мопте Напал, М. Мопте Залабрадо, Р. Мопте Залабрадо (Morte Napal Santos, Morte Zalabardo Marcos, Morte Zalabardo Raul). Spanish patent ES 2388847 A1 (дата подачи: 19.01.2011, публикация: 19.10.2012). Источник: <https://patents.google.com/patent/ES2388847A1/en?q=ES2388847A1>

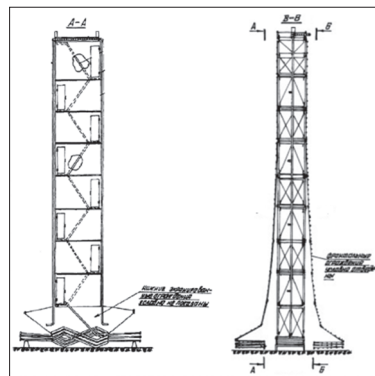


Иллюстрация 2. Конструкция лестницы Н. Р. Янсуфина. Патент на изобретение RU 2267594 C1 (дата подачи: 26.05.2004, публикация: 10.01.2010). Источник: <https://patenton.ru/patent/RU2267594C1>

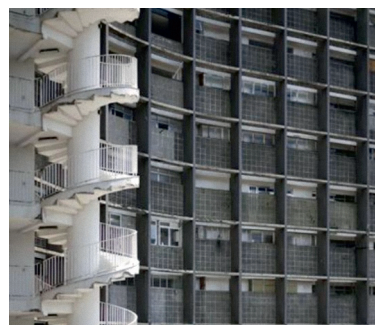


Иллюстрация 4. Edificio Copan — жилое здание. Арх. О. Нимейер. Проект разработан в 1952 г., строительство началось в 1957 г., открытие в 1966 г. Источник: <https://all-towers.ru/buildings/12412>

в незадымляемой воздушной зоне вне здания. Эвакуация по данным конструкциям имеет те же отрицательные свойства, что и движение потоков по существующим вертикальным путям, приводя к образованию потока высокой плотности, а погодные условия могут усугубить движение людей по рассматриваемым лестницам. Данные конструкции не подходят для перемещения по ним людей с ОВЗ.

— **Sistema de evacuación para edificios — Система эвакуации из зданий [22]** (Иллюстрация 3). Система эвакуации для людей с ОВЗ из зданий совмещена с основным лестничным узлом. Конструкция имеет цилиндрическую форму с винтовой поверхностью — спиральный пандус. Предполагается, что во время эвакуации в этом пространстве перемещаются люди в инвалидных креслах, а также проводится транспортировка пострадавших на медицинских каталках в лежачем положении. Остальные люди должны эвакуироваться по основным вертикальным эвакуационным путям. Чтобы рассматриваемая конструкция выполняла свою основную функцию, диаметр формирующего цилиндра должен как минимум в два раза превышать ширину лестничной клетки по двум причинам:

- габариты должны быть достаточны для прохождения медицинской каталки;
- для самостоятельного передвижения инвалида-колясочника должен быть определенный угол наклона пандуса, максимальное значение в 10% возможно при соотношении 1:10 [12].

Необходимо учитывать психоэмоциональное состояние людей на основных путях эвакуации, если на лестничных клетках будет образовываться плотность с максимальным

значением, то люди перейдут на более свободные пути, что затруднит эвакуацию людей с ОВЗ и пострадавших.

В зарубежных проектах часто используются спиральные лестницы или пандусы в качестве основных вертикальных коммуникационных путей.

— **Жилой дом «Копан» (Edificio Copan) [2]** построен в 1966 г. в г. Сан-Паулу, Бразилия. Высота жилого комплекса 115 м — 32 этажа. Основные вертикальные коммуникационные пути в здании расположены в незадымляемой воздушной зоне и имеют винтовую конструкцию (Иллюстрация 4). Однако передвижение по винтовой лестнице менее удобно и небезопасно при эвакуации из-за более крутого наклона маршевого пролета, поэтому в России запрещено использовать винтовые лестницы для эвакуации в зданиях выше двух этажей [14].

— **KUGENUMA-Y House** — частный дом, спроектированный японским архитектурным бюро KANIUE [4]. В здании пять этажей, по периметру которого расположен стальной пандус, являющийся единственными вертикальными коммуникационными путями. Пандус имеет промежуточные площадки и угол, приемлемый даже для передвижения по нему человека в инвалидной коляске (Иллюстрация 5).

К инженерно-дизайнерским решениям относятся проекты наружной транспортной системы, полностью автономной от энергосистем здания. Конструкция поддерживающего каркаса размещается на крыше здания, а сама лифтовая установка перемещается вдоль фасада.

— **Складывающиеся лифтовые системы «Escape Rescue Systems»** разработаны и применяются в пробном режиме в Израиле [11]. Во время эвакуации из здания обо-



Иллюстрация 5.
KUGENUMA-Y House. Арх.:
Коичи Кани, Миюки Уэ.
2018 г. Источник: [https://
decor.design/dom-
kugenuma-j-kanyue](https://decor.design/dom-kugenuma-j-kanyue).
Видны вертикальные ком-
муникационные пути



Иллюстрация 6. Оборудование Escape Super E Systems.
Компания-производитель: Escape Rescue Systems.
Производят с июня 2010 г. Источник: [http://stonemoscw.
ru/skladnoj-5-jetazhnyj-lift-jevakuiruet-vyhodjashhih/](http://stonemoscw.ru/skladnoj-5-jetazhnyj-lift-jevakuiruet-vyhodjashhih/)



Иллюстрация 7. Оборудование Escape Lite Systems
(компания-производитель: Escape Rescue Systems).
Производят с сентября 2014 г. Источник: [https://cyberleninka.
ru/article/n/sredstvo-massovoy-evakuatsii-zhiteley-iz-zhilyh-
vysotnyh-zdaniy](https://cyberleninka.ru/article/n/sredstvo-massovoy-evakuatsii-zhiteley-iz-zhilyh-vysotnyh-zdaniy)

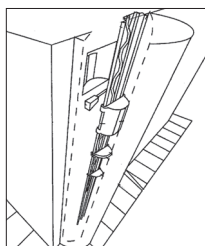
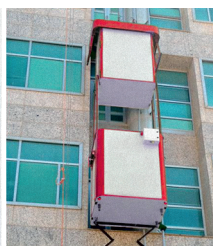


Иллюстрация 8.
Emergency rescue
vehicle. Автор П. Г. Беpp.
United States patent
US 7377218 B2 (дата
подачи: 17.10.2007,
публикация:
27.05.2008). Источник:
[https://patents.google.
com/patent/US7377218](https://patents.google.com/patent/US7377218)

рудование перемещается вдоль стены и раскладывается по принципу гармошки на пять спасательных капсул, вместимость каждой до 30 человек (Иллюстрация 6). Эвакуация происходит одновременно на пяти уровнях. Люди переходят в капсулы через оконные проемы, применяется специальный пандус, по которому в капсулу могут попасть и люди с ОВЗ.

— **Средство массовой эвакуации жителей из жилых высотных зданий** [15]. Данный проект также разрабатывается в Израиле. Оборудование состоит из двух вложенных друг в друга (по принципу «матрешки») спасательных капсул (эвакуация одновременно на двух уровнях), эвакуация происходит через оконные проемы по съемному пандусу (Иллюстрация 7).

Оба проекта подразумевают одновременную эвакуацию с разных этажей, однако если на одном из уровней через оконный проем будет вырваться пламя, произойдет повреждение конструкции и нарушение целостности оборудования. Таким образом, дополнительное эвакуационное обо-

рудование станет недоступным на всех уровнях здания.

Комбинированные решения внедрены в структуру здания, т. е. к ним относятся проекты, которые являются одновременно элементами здания и инженерной автономной установкой.

— **Emergency rescue vehicle** [21]. Лифтовая установка, с автономной энергосистемой, расположена в специальной незадымляемой нише внутри здания, являясь частью фасада. Во время эвакуации люди заходят в кабину, которая разворачивается на 180° относительно крепежного бокового элемента (входная группа разворачивается в противоположную сторону от здания). С помощью приводящего устройства (пневмопривод), работающего автономно от электросети здания, кабина лифта перемещается на нижние безопасные уровни (Иллюстрация 8). Подобное оборудование может быть классифицировано как лифтовые установки (органами противопожарной защиты), которые запрещено использовать во время эвакуации [14; 16].

— **Аварийный эвакуационный лифт** от корейской компании **Narigo** [7]. Данное оборудование является альтернативой лифтовым установкам, работает без электричества, расположено либо в незадымляемой наружной воздушной зоне, либо внутри незадымляемого лестнично-лифтового узла. Во время эвакуации человек встает на специальную платформу и, чтобы переместиться на один этаж ниже, нажимает ногой на педаль-тормоз. В этот момент платформа начинает под весом человека опускаться вниз. Как только человек сходит с платформы, она самостоятельно поднимается обратно на исходный этаж (Иллюстрация 9). Оборудование расположено на каждом этаже, однако скорость перемещения людей недостаточно высокая.

Заключение

Анализ существующих нормативных документов, связанных с безопасностью людей при эвакуации из зданий, выявил противоречия, препятствующие внедрению механизированных эвакуационных устройств (противопожарные лифты) [13; 16].

Эвакуация по лестничной клетке неэффективна и небезопасна, так как происходит слияние людских потоков с нижележащими этажами, образуется поток максимальной плотности, что приводит к замедлению движения общего потока, кислородному голоданию, давке и деформации тела [3; 6; 10; 18–20; 23].

Анализ отечественных и зарубежных проектов альтернативных вертикальных эвакуационных путей выявил, что:

- внедрение дополнительных вертикальных эвакуационных путей в виде лестничных маршей может оказаться эффективным, только если недоступны основные эвакуационные пути (обвал, задымление), в остальном сохраняются все отрицательные факторы движения людского потока по лестнице;
- дополнительные пути в виде винтового пандуса для эвакуации людей на инвалидных колясках и/или транспортировки на медицинских каталках должны обладать необходимыми параметрами, чтобы проходило медицинское оборудование, а уклон пандуса должен соответствовать нормативным документам [12];
- основные эвакуационные пути недопустимо выполнять в виде винтовой лестницы [14];
- наружная транспортная система способна одновременно эвакуировать большое количество лю-

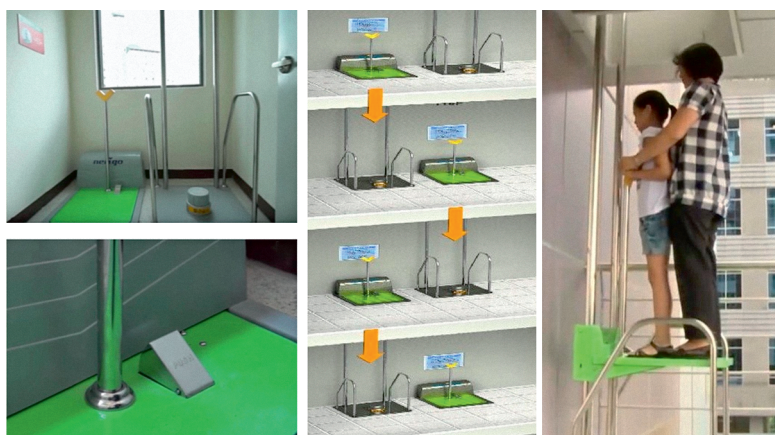


Иллюстрация 9. Аварийный эвакуационный лифт «Narigo». Источник: <http://mainfun.ru/news/2019-03-14-69892>

дей, в том числе, чья мобильность снижена, на разных уровнях, но из-за теплового воздействия и/или из-за деформации несущей конструкции использование оборудования становится невозможным, людям необходимо будет возвращаться на основные эвакуационные пути;

- автономное изолированное спасательное оборудование, внедренное в структуру здания, эффективно эвакуирует большое количество людей, но из-за наличия вертикальной шахты данное устройство классифицируется как лифтовое оборудование, которое запрещено применять во время эвакуации [13; 16];
- устройство, перемещающее человека на нижние этажи без электричества, является хорошим аналогом лифтовых установок, но по объему транспортируемых людей значительно уступает, также неизбежно и скопление потоков в очереди на использование устройства, что приведет к тем же последствиям давки, что и передвижение по лестнице.

Исходя из требований нормативных документов и анализа проектов альтернативных вертикальных эвакуационных путей, автором предлагается:

- проектировать вертикальные эвакуационные пути, учитывая одновременную эвакуацию большого количества людей, в том числе, чья мобильность снижена (пожилые люди; частично или полностью лишенные зрения/слуха; люди на протезах или инвалидов на колясках) и люди с ОВЗ;
- заменить лестницу, в привычном понимании, на вертикальные коммуникационные пути в виде пандуса с уклоном, допустимым для передвижения людей с ОВЗ,

расположенного вдоль прямоугольной поверхности с промежуточными площадками;

- исключить средства механизации для передвижения между вертикальными уровнями внутри здания (чтобы их не классифицировали как лифтовое оборудование), но допустить как метод перемещения людей в безопасную зону по горизонтали на каждом этаже;
- использовать для эвакуации людей изолированные противопожарные защитные лифтовые установки с независимым автономным питанием, расположенные со стороны фасада здания.

Список использованной литературы

- [1] Беляев С. В. Эвакуация зданий массового назначения. — М.: Всесоюз. акад. арх., 1938. — 72 с.
- [2] Все небоскребы мира. — URL: <https://all-towers.ru/buildings/12412> (дата обращения: 20.03.2022).
- [3] Григорьянц Р. Г. Исследование движения длительно существующих людских потоков: дис. ... канд. техн. наук. — М.: МИСИ, 1973. — 195 с.
- [4] Дом Кугенума-Й / Каньюэ. — URL: <https://decor.design/dom-kugenuma-j-kanyue/> (дата обращения: 03.03.2022).
- [5] Доступная среда. Постановление Правительства Российской Федерации от 28.12.2019 г. № 1932. — URL: <https://programs.gov.ru/Portal/program/04/passport> (дата обращения: 01.04.2021).
- [6] Копылов В. А. Исследование параметров движения людей при вынужденной эвакуации: дис. ... канд. техн. наук. — М.: МИСИ, 1974. — 145 с.

- [7] Необычная система для аварийной эвакуации из здания. — URL: <http://mainfun.ru/news/2019-03-14-69892> (дата обращения: 07.11.2021).
- [8] Патент РФ 2017111961, 06.04.2017. Устройство экстренной эвакуации людей из высотных зданий // Патент России №2651656С1. 23.04.2018. Бюл. №12 / Кобзев М. Ю., Калета Л. Е.
- [9] Патент РФ 2004116097/03, 26.05.2004. Противопожарная экранированная лестница Н. Р. Янсуфина // Патент России №2267594С1. 10.01.2006. Бюл. №01 / Янсуфин Н. Р.
- [10] Предтеченский В. М., Милинский А. И. Проектирование зданий с учетом организации движения людских потоков: учеб. пособие. — М.: Стройиздат, 1979. — 375 с.
- [11] Складной 5-этажный лифт эвакуирует выходящих из окон — Немного о ремонте и строительстве. — URL: <http://stonemoscw.ru/skladnoj-5-jetazhnyj-lift-evakuiuet-vyhodjashhih/> (дата обращения: 11.06.2022).
- [12] СП 59.13330.2012. Свод правил. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения: актуализир. ред. СНиП 35-01-2001: с Изменениями № 1: принят 01.01.2013; действ. с 26.10.2015. — М.: Минрегион России; «Национальное объединение строителей», 2015. — 64 с.
- [13] СП 112.13330.2012. Свод правил. Пожарная безопасность зданий и сооружений: актуализир. ред. СНиП 21-01-97*: введен 19.07.2011. — М.: Минрегион России; ФГУ «ФЦС», 2011 — 15 с.
- [14] СП 1.13130.2020. Свод правил. Системы противопожарной безопасности: актуализир. ред. СП 1.13130.2009*: введен 19.09.2019. — М.: Стандартинформ, 2020. — 48 с.
- [15] Фарбер М. Э. Средство массовой эвакуации жителей из жилых высотных зданий // Жилищное строительство. — 2010. — № 1. — С. 19–20.
- [16] Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 № 123-ФЗ (посл. ред.). — URL: <https://docs.cntd.ru/document/902111644/> (дата обращения: 19.12.2021).
- [17] Холщевников В. В. Терминология или идеология — препятствие

- безопасной эвакуации людей из высотных зданий при пожаре // Пожаровзрывобезопасность. Т. 27, спецвыпуск. — 2018. — № 1. — С. 2–26.
- [18] Холщевников В. В., Кудрин И. С. Экспериментальные исследования людских потоков в лестничной клетке многоэтажного здания // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2013. — Т. 22, № 12. — С. 43–60.
- [19] Boyce K. E., Purser D. A., Shields T. J. Experimental studies to Investigate merging behavior in a staircase // Fire and Materials. — 2011. — Vol. 36, iss. 5–6. — P. 383–398.
- [20] Hoskins B. L., Milke J. A. Differences in measurement methods for travel distance and area for estimates of occupant speed on stairs // Fire Safety Journal. — 2012. — Vol. 48. — P. 49–57.
- [21] Hyacinthe B. P., inventor; Hyacinthe B. P., assignee. Emergency rescue vehicle. United States patent US7377218B2. 2008 May 27.
- [22] Morte N. S., Morte Z. M., Morte Z. R., inventor; Morte N. S., Morte Z. M., Morte Z. R., assignee. Sistema de evacuación para edificios. Spanish patent ES2388847A1. 2012 October 19.
- [23] Pauls J. The Movement of People in Buildings and Design Solutions for Means of Egress // Fire Technology. — 1984. — Vol. 20. — № 3. — P. 27–47.
- References**
- [1] Belyaev S. V. Evakuaciya zdaniy massovogo naznacheniya. — M.: Vsesoyuz. akad. arh., 1938. — 72 s.
- [2] Vse neboskreby mira. — URL: <https://all-towers.ru/buildings/12412> (data obrashcheniya: 20.03.2022).
- [3] Grigor'yanc R. G. Issledovanie dvizheniya dlitel'no sushchestvuyushchih lyudskih potokov: dis. ... kand. tekhn. nauk. — M.: MISI, 1973. — 195 c.
- [4] Dom Kugenuma-J / Kan'yue. — URL: <https://decor.design/dom-kugenuma-j-kanyue/> (data obrashcheniya: 03.03.2022).
- [5] Dostupnaya sreda. Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 28.12.2019 g. № 1932. — URL: <https://programs.gov.ru/Portal/program/04/passport> (data obrashcheniya: 01.04.2021).
- [6] Kopylov V. A. Issledovanie parametrov dvizheniya lyudej pri vyznuzhdennoj evakuacii: dis. ... kand. tekhn. nauk. — M.: MISI, 1974. — 145 s.
- [7] Neobychnaya sistema dlya avarijnoj evakuacii iz zdaniya. — URL: <http://mainfun.ru/news/2019-03-14-69892> (data obrashcheniya: 07.11.2021).
- [8] Patent RF 2017111961, 06.04.2017. Ustrojstvo ekstrennoj evakuacii lyudej iz vysotnyh zdaniy // Patent Rossii №2651656C1. 23.04.2018. Byul. №12 / Kobzev M. Yu., Kaleta L. E.
- [9] Patent RF 2004116097/03, 26.05.2004. Protivopozharnaya ekranirovannaya lestnica N. R. Yansufina // Patent Rossii №2267594C1. 10.01.2006. Byul. №01 / Yansufin N. R.
- [10] Predtechenskij V. M., Milinskij A. I. Proektirovanie zdaniy s uchetom organizacii dvizheniya lyudskih potokov: ucheb. posobie. — M.: Strojizdat, 1979. — 375 s.
- [11] Skladnoj 5-etazhnyj lift evakuiuet vyhodyashchih iz okon — Nemnogo o remonte i stroitel'stve. — URL: <http://stonemoscov.ru/skladnoj-5-jetazhnyj-lift-jevakuiuet-vyhodjashchih/> (data obrashcheniya: 11.06.2022).
- [12] SP 59.13330.2012. Svod pravil. Dostupnost' zdaniy i sooruzhenij dlya malomobil'nyh grupp naseleniya: aktualizir. red. SNiP 35-01-2001: s Izmeneniyami № 1: prinyat 01.01.2013; dejstv. s 26.10.2015. — M.: Minregion Rossii; «Nacional'noe ob»edinenie stroitelej», 2015. — 64 s.
- [13] SP 112.13330.2012. Svod pravil. Pozharnaya bezopasnost' zdaniy i sooruzhenij: aktualizir. red. SNiP 21-01-97*: vveden 19.07.2011. — M.: Minregion Rossii; FGU «FCS», 2011 — 15 s.
- [14] SP 1.13130.2020. Svod pravil. Sistemy protivopozharnoj bezopasnosti: aktualizir. red. SP 1.13130.2009*: vveden 19.09.2019. — M.: Standartinform, 2020. — 48 s.
- [15] Farber M. E. Sredstvo massovoj evakuacii zhitelej iz zhilyh vysotnyh zdaniy // Zhilishchnoe stroitel'stvo. — 2010. — № 1. — S. 19–20.
- [16] Federal'nyj zakon «Tekhnicheskij reglament o trebovaniyah pozharnoj bezopasnosti» ot 22.07.2008 № 123-FZ (posl. red.). — URL: <https://docs.cntd.ru/document/902111644/> (data obrashcheniya: 19.12.2021).
- [17] Holshchevnikov V. V. Terminologiya ili ideologiya — prepyatstvie bezopasnoj evakuacii lyudej iz vysotnyh zdaniy pri pozhare // Pozharovzryvobezopasnost'. Т. 27, specvypusk. — 2018. — № 1. — S. 2–26.
- [18] Holshchevnikov V. V., Kudrin I. S. Eksperimental'nye issledovaniya lyudskih potokov v lestnichnoj kletke mnogoetazhnogo zdaniya // Pozharovzryvobezopasnost' / Fire and Explosion Safety. — 2013. — Т. 22, № 12. — S. 43–60.
- [19] Boyce K. E., Purser D. A., Shields T. J. Experimental studies to Investigate merging behavior in a staircase // Fire and Materials. — 2011. — Vol. 36, iss. 5–6. — P. 383–398.
- [20] Hoskins B. L., Milke J. A. Differences in measurement methods for travel distance and area for estimates of occupant speed on stairs // Fire Safety Journal. — 2012. — Vol. 48. — P. 49–57.
- [21] Hyacinthe B. P., inventor; Hyacinthe B. P., assignee. Emergency rescue vehicle. United States patent US7377218B2. 2008 May 27.
- [22] Morte N. S., Morte Z. M., Morte Z. R., inventor; Morte N. S., Morte Z. M., Morte Z. R., assignee. Sistema de evacuación para edificios. Spanish patent ES2388847A1. 2012 October 19.
- [23] Pauls J. The Movement of People in Buildings and Design Solutions for Means of Egress // Fire Technology. — 1984. — Vol. 20. — № 3. — P. 27–47.

Статья поступила в редакцию 10.02.2024.

Опубликована 30.03.2024.

Nasoldina Irina Yu.

Postgraduate Student, Senior Lecturer at the Department of Engineering Graphics, Ural State University of Architecture and Art for N. S. Alferov (USUAA), Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ural State Mining University» (UrSMU), Yekaterinburg, Russian Federation e-mail: loony_89@mail.ru