В. В. ХОЛЩЕВНИКОВ, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры архитектурно-строительного проектирования, Московский государственный строительный университет (Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26; e-mail: reglament2004@mail.ru)

Д. А. САМОШИН, канд. техн. наук, доцент кафедры пожарной безопасности в строительстве, Академия Государственной противопожарной службы МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: inbox-d@mail.ru)

УДК 614.841.33-056.24

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ В ЗДАНИЯХ С ИХ МАССОВЫМ ПРЕБЫВАНИЕМ

Рассмотрены проблемы обеспечения пожарной безопасности людей с ограниченными возможностями, число которых в настоящее время в нашей стране превышает 50 млн. чел. Показано, что особенно сложно обеспечить безопасность людей с ограниченными функциями организма в местах их массового пребывания – в стационарах учреждений здравоохранения и социальной защиты. Рассмотрены параметры движения пожилых людей, способных к самостоятельной эвакуации. Установлено, что параметры их движения описываются тем же видом зависимости, что и для других возрастных групп людей, но с другими значениями ее параметров. Исследованы особенности спасения немобильных и нетранспортабельных людей. Приведена аналитическая зависимость, позволяющая оценить необходимое количество рейсов для спасения немобильных людей различным числом спасателей. Даны предложения по организации спасения людей с помощью лифтов и путем вывода их в специально организованные пожаробезопасные зоны.

Ключевые слова: инвалиды; пожилые люди; маломобильные группы населения; пожар; эвакуация; спасение; пожаробезопасные зоны; лифты.

Введение

Актуальность исследований, направленных на выявление условий и средств обеспечения безопасности людей в зданиях с их массовым пребыванием и доступности последних для инвалидов и других групп населения с ограниченными возможностями передвижения, становится очевидной при анализе структуры населения страны (рис. 1). Из анализа следует, что число людей, чья мобильность снижена по сравнению со взрослыми здоровыми людьми (на которых много лет было ориентировано противопожарное нормирование), превышает 50 млн. чел.

Статистические данные показывают, что величина пожарного риска для инвалидов в нашей стране превышает допустимые значения (табл. 1), что требует изучения проблем обеспечения их пожарной безопасности и разработки комплекса мероприятий, направленных на снижение риска гибели этих людей.

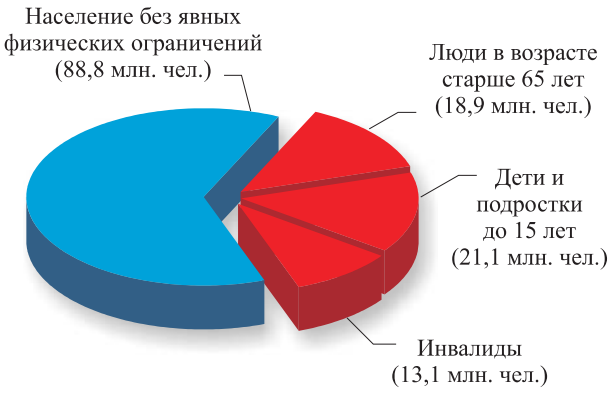


Рис. 1. Структура населения Российской Федерации с учетом его мобильности

Таблица 1. Фактическая величина индивидуального пожарного риска для инвалидов

Фактор	Год				
	2009	2010	2011	2012	2013
Число погибших на пожарах инвалидов, чел.	999	914	842	800	714
Общее число инвалидов, тыс. чел.	12752	12866	12843	12738	13100
Фактическая величина пожарного риска	$78{,}3 \cdot 10^{-6}$	$71{,}0 \cdot 10^{-6}$	$65{,}6 \cdot 10^{-6}$	$62{,}8 \cdot 10^{-6}$	$54{,}5 \cdot 10^{-6}$

© *Холщевников В. В., Самошин Д. А., 2014*

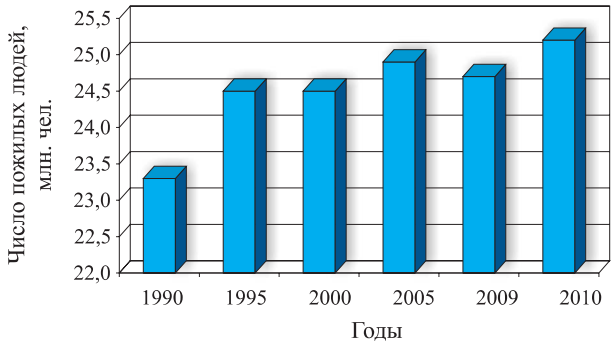


Рис. 2. График изменения числа людей старше 60 лет в Российской Федерации за период 1990–2010 гг.

Определение расчетной численности маломобильных людей и конкретной группы их мобильности приобретает важнейшее значение в связи с классификацией зданий и помещений по функциональной пожарной опасности в зависимости от состава основного функционального контингента [1].

Особенно остро стоят вопросы обеспечения безопасности при пожаре людей пожилого возраста. В настоящее время наблюдается общемировая тенденция к росту численности пожилых граждан (рис. 2). В России, которая не является исключением, к 2050 г. ожидается увеличение доли престарелого населения почти в 2 раза.

Местами "невольного сосредоточения" людей пожилого возраста являются здания "учреждений социального обслуживания граждан пожилого возраста", в которых в 2007–2011 гг. проживало от 102 до 107 тыс. чел. В этих зданиях они составляют основной функциональный контингент, поэтому по функциональной пожарной опасности такие здания относятся к классу Ф1.1. Показатели же гибели людей, как видно из табл. 2, в несколько десятков раз превосходят допустимые федеральным законом № 123-ФЗ [1].

Общеизвестны наиболее трагические последствия пожаров в таких зданиях. Так, при пожаре 20.03.2007 г. в доме-интернате для престарелых, расположенном в станице Камышеватская Краснодарского края, погибло 63 чел., пострадало 30 чел., а при пожаре в доме-интернате для престарелых в г. Подъельске (Коми) погибло 23 чел. Как показывает анализ происшедших пожаров, причиной гибели людей в большинстве случаев является то, что они не смогли своевременно, в необходимое время, покинуть горящее здание.

Согласно статистическим данным в России на конец 2010 г. насчитывалось 6300 больничных учреждений, рассчитанных на 1339500 пациентов. Стационары больниц относятся к классу Ф1.1, и их также следует рассматривать как места массового пребывания людей с нарушениями функций организма, в том числе и пожилого возраста.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 17.03.2011 г. № 175 утверждена Государственная программа Российской Федерации "Доступная среда" на период 2011–2015 гг. с бюджетом 46,9 млрд. руб. Целью программы является формирование к 2016 г. условий для беспрепятственного доступа к приоритетным объектам и услугам инвалидов и других маломобильных групп населения, а также повышение уровня интеграции инвалидов с обществом в целом. В рамках программы реализуется комплекс мероприятий, в том числе актуализация "Технического регламента о безопасности зданий и сооружений" (Федеральный закон № 384-ФЗ), "Технического регламента о требованиях пожарной безопасности" [1] и СНиП 35-01–2001 "Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения" [2]. Совершенно очевидно, что под "доступностью" подразумевается обеспечение прежде всего безопасности пребывания людей этой категории в зданиях и сооружениях при различных условиях их эксплуатации, в том числе при возникновении пожара.

На этом фоне выглядит весьма странным исключение из новой редакции "Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности" [3] зданий функциональной пожарной опасности класса Ф1.1, основной функциональный контингент которых или его значительную часть составляют малоподвижные пожилые люди и неподвижные инвалиды. Объективной причиной этого служит отсутствие достаточной эмпирической базы данных и теоретических исследований движения людских потоков, состоящих из такого контингента людей, и обоснованных закономерностей психофизиологических параметров, определяющих возможности медперсонала осуществлять необходимые спасательные операции. В связи с этим особую актуальность приобретают работы, содержащие результаты [4], восполняющие образовавшийся дефицит знаний в этой области.

Таблица 2. Фактические значения вероятности гибели людей в стационарных учреждениях социального обслуживания граждан пожилого возраста $Q_в^ф$ в 2007–2011 гг.

Год	2007	2008	2009	2010	2011
Значения $Q_в^ф$	$121{,}4\cdot10^{-6}$	$28{,}5\cdot10^{-6}$	$264{,}1\cdot10^{-6}$	$145{,}6\cdot10^{-6}$	$68{,}6\cdot10^{-6}$

Проблемы организации эвакуации из стационаров больниц и домов для престарелых и инвалидов

Ограничения функций организма накладывают серьезный отпечаток на особенности жизнедеятельности представителей маломобильных групп населения и, соответственно, на проектирование архитектурной среды, в которой осуществляется их жизнедеятельность [5–7]. Строительными нормами и правилами проектирования зданий и сооружений установлена классификация населения по мобильности [2, 8], приведенная в табл. 3.

На основании результатов специально организованных исследований [9–11] в СНиП 35-01–2001 [2] впервые установлены расчетные значения параметров людских потоков для различных групп мобильности при их движении по различным видам пути (табл. 4).

Следует иметь в виду, что приведенные в табл. 4 значения параметров определялись исходя из необходимости обеспечить безопасность людей при эвакуации во время пожара и поэтому соответствуют категории движения повышенной активности при соответствующем эмоционально-психологическом состоянии людей.

Следует подчеркнуть, что результаты экспериментов, а также опрос, проведенный среди 422 членов Всероссийского общества инвалидов, Всероссийского общества слепых и Всероссийского общества глухих, позволили выявить определенные недостатки существующей классификации:

- из группы М1 требуется исключить глухих и слабослышащих людей в связи с их пониженной мобильностью;
- группа мобильности М2 перегружена несовместимыми критериальными признаками и требует дифференциации;
- группы мобильности М3 и М4 требуют учета возраста человека.

Таблица 3. Классификация населения по возможностям передвижения

Группа мобильности	Характеристика людей в группе	Площадь горизонтальной проекции 1 чел., м^2
М1	Люди, не имеющие явных ограничений по мобильности	0,10
М2	Пожилые люди, мобильность которых снижена из-за старения организма	0,20
М3	Люди, использующие при движении дополнительные опоры (палки, костыли)	0,30
М4	Люди, передвигающиеся на инвалидных креслах-колясках	0,96

Таблица 4. Значения параметров уравнения скорости движения для маломобильных групп людей по видам пути

Группа мобильности	Параметр	Значение параметров по видам пути j				
		Горизонтальный	Лестница вниз	Лестница вверх	Пандус вниз	Пандус вверх
М1	V_{0j}	100	100	60	115	80
	D_{0j}	0,051	0,089	0,067	0,171	0,107
	a_j	0,295	0,400	0,305	0,399	0,399
М2	V_{0j}	30	30	20	45	25
	D_{0j}	0,135	0,139	0,126	0,171	0,146
	a_j	0,335	0,346	0,348	0,438	0,384
М3	V_{0j}	70	20	25	105	55
	D_{0j}	0,102	0,208	0,120	0,122	0,136
	a_j	0,350	0,454	0,347	0,416	0,446
М4	V_{0j}	60	–	–	115	40
	D_{0j}	0,135	–	–	0,146	0,150
	a_j	0,400	–	–	0,424	0,420

Более того, несмотря на то что для каждой из групп установлены параметры, характеризующие их поточное движение по горизонтальному участку пути, пандусу и лестнице, для них отсутствуют данные, характеризующие движение через проем (приведены лишь максимальные значения интенсивности), что в целом делает невозможным точную оценку параметров их движения при эвакуации. Необходимо отметить и то, что полученные зависимости описывают движение людских потоков, состоящих полностью из инвалидов рассматриваемых групп, поэтому неприменимы для смешанных людских потоков.

В зависимости от расчетного числа инвалидов и функциональной принадлежности зданий рекомендуется [12] предусматривать один из двух вариантов организации пребывания инвалидов в здании:

вариант А — доступность для инвалидов любой жилой ячейки в жилище, любого места обслуживания в общественном здании, любого места приложения труда;

вариант Б — выделение в уровне входной площадки специальных помещений, зон или блоков, приспособленных и оборудованных для инвалидов.

Каждый из этих вариантов пребывания инвалидов в здании будет оказывать решающее влияние на организацию их эвакуации. Однако при реализации любого из этих вариантов необходимо обеспечить для людей доступность, безопасность, удобство и информированность.

Очень показательно проблемы пожарной безопасности престарелых граждан иллюстрируют результаты опроса людей, переживших пожар в Та-

Таблица 5. Результаты опроса людей, переживших пожар в доме для престарелых

Особенности эвакуации	Ответ	% от числа опрошенных людей
Испытываете ли Вы затруднения при ходьбе?	Да	71
	Нет	29
Испытываете ли Вы сложности со зрением или слухом?	Да	71
	Нет	29
Имеете ли Вы сложности с ориентированием в здании?	Да	31
	Нет	69
Сможете ли Вы самостоятельно (без помощи персонала) выйти из здания?	Да	87
	Нет	13
Известно ли Вам, что надо делать при пожаре?	Да	81
	Нет	19
Знакомы ли Вы с планом эвакуации?	Да	69
	Нет	31

Примечание. Всего было опрошено 70 чел., большинство из которых (66 %) были в возрасте старше 65 лет.

русском доме-интернате для престарелых и инвалидов (табл. 5).

Данные табл. 5 показывают, что контингент проживающих в доме-интернате состоит в основном из пожилых людей старше 65 лет, из которых 71 % имеет сложности с движением, слухом или зрением, причем 13 % из них при пожаре не смогут самостоятельно выйти из здания.

Опыт эксплуатации больниц, имеющих гораздо более длительную историю проектирования, чем современные дома-интернаты для престарелых (их первые типовые проекты появились в СССР в 50–60-е годы), показывает, что первые попытки регулирования пожарной безопасности в больницах предпринимались в нашей стране еще в 30-х годах прошлого века [13, 14]. Пристальное внимание к вопросам безопасной эвакуации людей с физическими ограничениями, в том числе из больниц, в нашей стране и в других странах отмечается с 80-х [15, 16] и особенно с 90-х годов прошлого века [8–11, 17–24]. Однако, как правило, авторами этих исследований рассматривались лишь отдельные особенности эвакуации такого состава людей и анализ пожаров в больницах [16]: способы и скорость переноски немобильных пациентов персоналом [10, 15], различные характеристики пешеходного движения инвалидов [17, 20], особенности эвакуации по лестницам и пандусам [21, 23], специфика отработки плана эвакуации в больницах [24] и даже отдельные аспекты движения смешанных людских потоков [18].

Анализируя современные нормативные документы разных стран, можно отметить, что основные требования пожарной безопасности направлены на деление здания на пожарные отсеки и секции, нормирование размеров эвакуационных путей и выходов, оснащенность здания системами дымоудаления и пожаротушения, противопожарным водопроводом и т. п. Однако, для того чтобы **оценить возможности** людей эвакуироваться из таких зданий, необходимо, по крайней мере, **знать характеристики пациентов с точки зрения их мобильности и возможностей персонала по их эвакуации**.

В настоящее время в практике архитектурно-строительного проектирования и в области пожарной безопасности используется наиболее полно проработанная классификация, приведенная в табл. 2. На ее основе был проведен опрос среди лечащих врачей в 13 клинических больницах г. Москвы для установления группы мобильности пациентов различных отделений [25]. Всего было рассмотрено около 3,5 тыс. историй болезней. Результаты классификации представлены в табл. 6.

Данные табл. 6 свидетельствуют о том, что число людей с нарушениями функций организма, ведущими к ограничению мобильности, составляет от 17 % в гинекологическом отделении до 85 % — в неврологическом. Небольшое число нетранспортабельных пациентов есть практически в каждом отделении. В реанимационных и операционных блоках все пациенты являются нетранспортабельными. Наибольшее число немобильных пациентов наблюдается в неврологических и гинекологических отделениях, пациентов категории М2 (с самой низкой скоростью передвижения) — в кардиологических, терапевтических и неврологических отделениях. Интересно отметить, что такая классификация проводилась и ранее, но по другим классификационным признакам [26].

Результаты опроса показывают необходимость использования двух дополнительных групп мобильности, определенных в примечаниях к табл. 6.

Такое общее разделение людей на две группы по мобильности распространяется не только на стационары больниц, но и на другие социальные учреждения для пожилых людей и инвалидов. Так, в социальных учреждениях стационарного типа размещение престарелых людей для проживания либо временного пребывания рассчитано на два типа отделений:

- отделения общего типа, предназначенные для пожилых людей с сохраненной двигательной активностью и способностью к самообслуживанию;
- отделение “Милосердие” на 25–50 коек, предназначенное для пожилых людей с ограниченной подвижностью и неспособных к самообслуживанию.

Таблица 6. Количество пациентов различных групп мобильности в отделениях больниц

Больничное отделение	Число пациентов различных групп мобильности, %					
	М1	М2	М3	М4	Немобильные*	Нетранспортабельные**
Терапевтическое	27	55	11	6	1	–
Неврологическое	15	50	9	7	17	2
Онкологическое	41	37	10	7	4	1
Кардиологическое	24	61	6	5	3	1
Химиотерапевтическое	40	40	10	6	3	1
Хирургическое	42	41	6	5	4	2
Пульмонологическое	58	32	5	5	–	–
Урологическое	41	43	7	6	3	–
Нейрохирургическое	42	12	30	9	5	2
Гинекологическое (с учетом родильного отделения)	83	3	4	–	10	–

* Немобильные люди (пациенты) — люди, которые не способны к самостоятельному передвижению по состоянию здоровья и эвакуация которых возможна на носилках либо каталках.

** Нетранспортабельные люди (пациенты) — люди, которые не способны к самостоятельному передвижению по состоянию здоровья и эвакуация которых на обычных носилках либо каталках невозможна (операционные больные, подключенные к больничному оборудованию, инвалиды с повреждением позвоночника и т. п.).

Величина пожарного риска для данного вида зданий характеризуется значениями, приведенными в табл. 7.

Как видно из табл. 7, существуют проблемы организации эвакуации малоподвижных и немобильных людей из социальных учреждений.

Проблемы эвакуации малоподвижных людей

Пожилые люди испытывают при пешеходном движении весьма серьезные проблемы. Собственно, именно поэтому люди группы мобильности М2 имеют самую низкую нормируемую скорость передвижения — в несколько раз ниже, чем у взрослых здоровых людей (см. табл. 3). Однако немощные люди, мобильность которых снижена из-за старения организма, имеют еще более низкие значения соответствующих параметров движения. Значительное влияние на престарелых людей оказывает вид дополнительных опор, используемых ими для передвижения.

Как правило, низкая скорость передвижения связана с целым комплексом возрастных физиологических процессов. Наиболее серьезно они проявляются в нарушениях равновесия и ходьбы, которые встречаются довольно часто и могут быть вызваны различными возрастными заболеваниями (например, парадоксальной акинезией, паркинсонизмом, дисбазией и др.) [27–29]. Эти нарушения проявляются различным образом. Например, могут наблюдаться проблемы инициации и способности поддерживать движение: при попытке начать ходьбу ноги как будто “приклеиваются” к полу, поэтому, для того чтобы сделать первый шаг, престарелый человек вынужден долго переминаться с ноги на ногу или раскачивать туловище и ноги в переднезаднем направлении. При повороте, преодолении препятствия, прохождении через узкий проем, что требует переключения двигательной программы, пожилой человек может внезапно “застыть”. При этом его ноги останавливаются “как вкопанные”, а туловище продолжает движение вперед, что может привести к падению. Вообще падения пожилых людей отмечаются достаточно часто: такие эпизоды в течение года отмечаются у 28–45 % пожилых, а среди лиц, находящихся в домах престарелых, — у 45–61 %. Причиной остановки движения могут стать и зрительные стимулы (например, веревка на полу). Кроме того, вопрос, заданный при движении, внезапный звук или неожиданное прикосновение

Таблица 7. Фактическая величина индивидуального пожарного риска в социальных учреждениях с пребыванием престарелых людей

Фактор	Год			
	2009	2010	2011	2012
Число престарелых граждан, проживающих в социальных учреждениях, тыс. чел.	244	245	245	247
Число престарелых граждан, погибших в результате пожаров в социальных учреждениях, чел.	24	12	5	2
Фактическая величина пожарного риска	$98{,}3\cdot10^{-6}$	$48{,}9\cdot10^{-6}$	$20{,}4\cdot10^{-6}$	$8{,}0\cdot10^{-6}$

Таблица 8. Значения a_j, D_{0j}, V_{0j} и $\sigma(V_0)$ при движении престарелых людей, способных к самостоятельной эвакуации, по различным видам путей в учреждениях социального обслуживания граждан пожилого возраста

Вид пути	Группа мобильности	a_j	D_{0j}, чел./м^2	V_{0j}, м/мин	$\sigma(V_0)$, м/мин
Горизонтальный	Не пользующиеся опорами	0,425	0,86	45	11,4
	Пользующиеся одной опорой	0,428	0,96	25	5,8
	Смешанный состав	**0,424**	**0,90**	**35**	**14,2**
Проем	Не пользующиеся опорами	0,253	0,18	50	15,0
	Пользующиеся одной опорой	0,456	1,02	20	5,8
	Смешанный состав	**0,355**	**0,55**	**30**	**21,2**
Лестница вниз	Не пользующиеся опорами	0,367	0,62	30	7,0
	Пользующиеся одной опорой	0,505	1,26	20	5,0
	Смешанный состав	**0,433**	**0,93**	**25**	**21,2**
Лестница вверх	Не пользующиеся опорами	0,414	0,88	30	3,6
	Пользующиеся одной опорой	0,338	0,56	20	4,3
	Смешанный состав	**0,377**	**0,72**	**25**	**7,0**
Пандус вниз	Не пользующиеся опорами	0,468	1,11	40	7,8
	Пользующиеся одной опорой	0,353	0,58	25	0,4
	Смешанный состав	**0,411**	**0,84**	**35**	**10,6**
Пандус вверх	Не пользующиеся опорами	0,389	0,92	35	6,5
	Пользующиеся одной опорой	0,368	0,72	15	0,7
	Смешанный состав	**0,376**	**0,81**	**25**	**14,1**

также могут привести к замедлению движения или к остановке.

Как показывают обследования, среди людей, способных к самостоятельному передвижению, следует выделить группы: передвигающихся без опор, передвигающихся с одной или двумя дополнительными опорами (трости, костыли, ходунки). Для уточнения зависимостей между параметрами движения людей этой группы мобильности были проведены специальные исследования. Полученные данные показывают, что изменение скорости движения маломобильных людей пожилого возраста в зависимости от плотности потока имеет тот же вид закономерности, что и описываемые ранее [2, 30]:

$$\overline{V}_{Dj} = \overline{V}_{0j}\left(1 - a_j \ln\frac{D_j}{D_{0j}}\right), \qquad (1)$$

где V_{Dj} — случайная функция скорости потока на j-м виде пути при его плотности D, м/мин;

V_{0j} — случайная величина скорости свободного движения потока по j-му виду пути (при $D \le D_{0j}$), м/мин;

$a_j \ln(D_j/D_{0j})$ — математическое выражение реакции людей на увеличение плотности потока;

a_j — коэффициент адаптации людей к движению по j-му виду пути при увеличении плотности потока;

D_j — плотность людского потока на j-м участке пути;

D_{0j} — пороговое значение плотности потока на участке пути j-го вида, по достижении которого плотность начинает оказывать влияние на скорость движения в нем людей.

Однако числовые характеристики случайной величины скорости свободного движения и коэффициенты в формуле (1) приобретают иные значения [31] (табл. 8).

Теоретическое корреляционное отношение $\eta_т$, характеризующее тесноту связи между анализируемыми параметрами, в полученных зависимостях скорости движения для различных видов пути при потоках, состоящих из престарелых людей, во всех рассмотренных случаях имеет значение выше 0,97, что характеризует полученную зависимость как функциональную.

Эвакуация немобильных людей

Эвакуация немобильных людей из отделений “Милосердие” и стационаров больниц не может быть проведена иначе как при помощи персонала, который вынужден перемещать их тем или иным способом из палат непосредственно с кроватей в безопасную зону наружу. Однако большинство из известных способов ручного перемещения людей (рис. 3), так же как и использование современных спасательных устройств типа всякого рода спасательных рукавов или винтовых спусков, неприемлемы для эвакуации немобильных людей преклонного возраста,

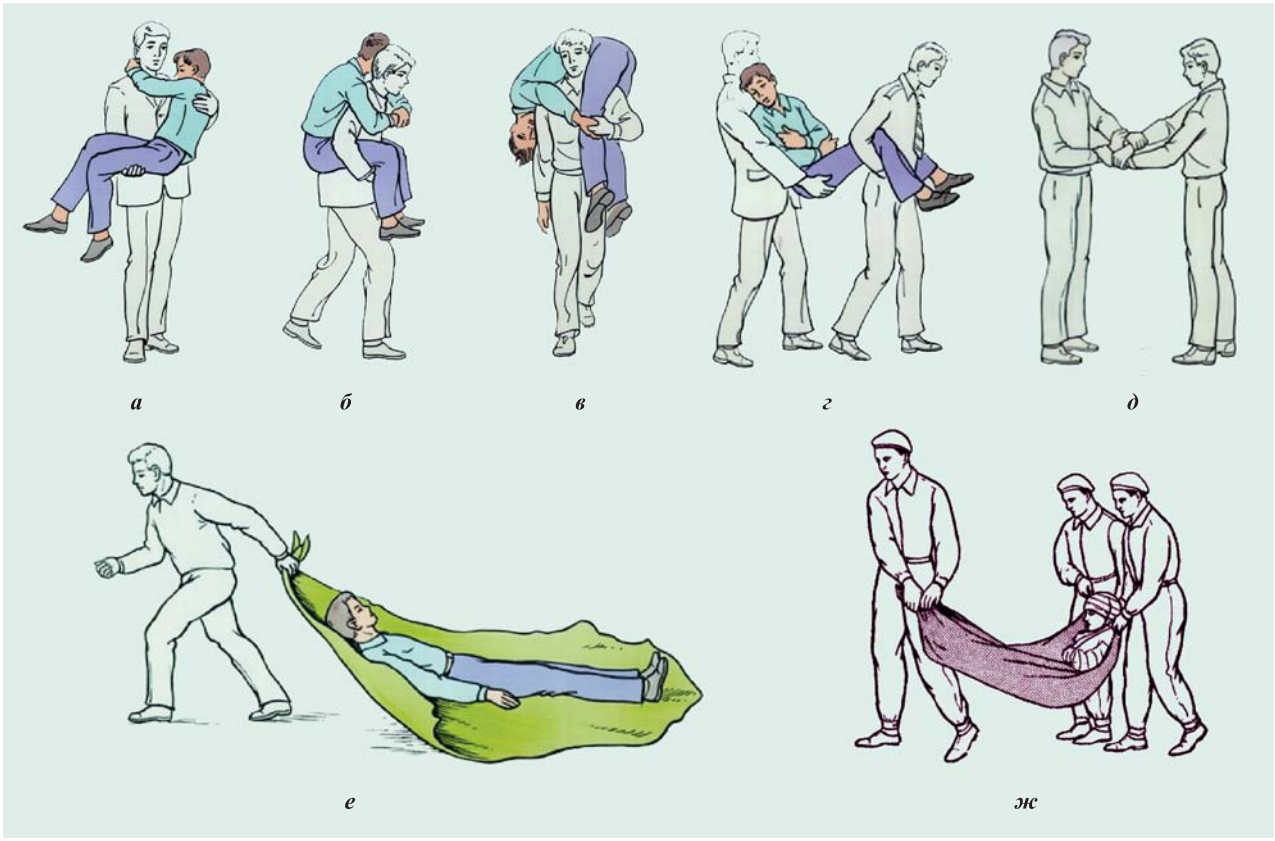


Рис. 3. Экспериментальная оценка эффективности эвакуации немобильных людей различными способами

“прикованных” к кровати болезнями (инфаркт миокарда, аритмия сердца, сердечная недостаточность, инсульт). Эвакуация с помощью таких устройств сопровождается деформацией тела спасаемого человека и может усилить воздействие на него стрессовой ситуации, что может привести к летальному исходу. Поэтому в распоряжении медперсонала остается практически единственный способ спасения немобильного старого человека — использование носилок.

Тогда процесс спасения можно разделить на этапы: 1) подготовка; 2) (транспортировка + возвращение), умноженные на количество “рейсов”. Каждый этап включает ряд операций, продолжительность которых можно оценить расчетным путем:

$$t_{\text{сп.р}} = \left(t_1 + t_2 + \frac{L_1}{V_1^{\text{п}}} + \frac{L_2}{V_2^{\text{п}}} + \frac{L_1}{V_1} + \frac{L_2}{V_2} \right) \times \times \frac{N_{\text{нм}}}{0{,}5\, N_{\text{сп}}} - \left(\frac{L_1}{V_1} + \frac{L_2}{V_2} \right), \quad (2)$$

где $t_{\text{сп.р}}$ — расчетное время процесса спасения;

t_1 — время укладывания человека, неспособного к самостоятельной эвакуации, на носилки, мин;

t_2 — время перекладывания человека, неспособного к самостоятельной эвакуации, с носилок на подготовленную горизонтальную поверхность, мин;

L_1, L_2 — длина пути спасения соответственно по горизонтальному пути и по лестнице, м;

V_1, V_2 — скорость передвижения медперсонала (спасателей) соответственно по горизонтальному пути и по лестнице вверх с носилками без спасаемого человека, м/мин;

$V_1^{\text{п}}, V_2^{\text{п}}$ — скорость передвижения медперсонала соответственно по горизонтали и по лестнице вниз со спасаемым человеком, лежащим на носилках, м/мин;

$N_{\text{нм}}$ — число людей, неспособных к самостоятельной эвакуации;

$N_{\text{сп}}$ — число спасателей.

Однако обоснованные данные, характеризующие в формуле (2) возможности персонала ($t_1, t_2, V_1^{\text{п}}, V_2^{\text{п}}$), в нормировании отсутствуют, поскольку в научной литературе известны лишь эпизодические сведения о наблюдении за этими этапами спасения. Например, две медсестры, женщины среднего возраста, без явной угрозы для своего здоровья не могут переместить пациента весом 90 кг даже с кровати на носилки (рис. 4), а самым сложным элементом эвакуации для медработников-женщин оказывается перемещение пациента на носилках по лестнице. Во-первых, далеко не все люди физически способны к такой тяжелой работе. Во-вторых, при эвакуации по вертикальным эвакуационным путям решающее значение оказывают размеры лестничной площадки: чем она



Рис. 4. Перекладывание пациента с кровати на носилки: самый первый этап эвакуации вызывает сложности

шире, тем быстрее происходит разворот, что сокращает общее время движения. При ширине лестничного марша менее 1,2 м стандартные носилки (длиной 2,1 м) развернуть крайне сложно.

Отмечается также, что у медработников-женщин наблюдается резкое снижение скорости и дальности переноски по лестнице пациентов весом 60 кг. При этом предел физических сил у переносящих носилки людей, как женщин, так и мужчин, возникает не из-за общей усталости организма, а в результате креатуры (забитости) мышц рук. Было выявлено, что больше всего напрягаются у людей, переносящих носилки, мышцы предплечий, работающие на сжимание пальцев. При продолжительной переноске носилок с пациентом из-за креатуры мышц предплечий ручки носилок могут просто выскользнуть из пальцев, что может привести к травме переносимого человека. Для того чтобы этого избежать, можно применять при переноске дополнительные средства, например ремни или лямки, подобные используемым тяжелоатлетами для поднятия штанги, что позволит нести носилки более продолжительное время.

Эти и подобные им сведения, безусловно, полезны при проектировании зданий стационаров и организации эвакуации из них. Однако что они дают для расчета численности персонала, необходимой для эвакуации немобильных пациентов за короткий период времени до появления на путях эвакуации опасных факторов пожара (ОФП)? Ничего! В связи с этим следует рассматривать как большое достижение результаты исследований [3], позволившие впервые установить психофизически обоснованные зависимости между параметрами операций, осуществляемых медперсоналом (мужчинами и женщинами) в процессе спасения, которые позволяют нормировать силы и средства спасения из зданий стационаров больниц и домов-интернатов для престарелых людей и инвалидов класса функциональной пожарной опасности Ф1.1.

Эвакуация нетранспортабельных людей

Эвакуация нетранспортабельных людей представляет особую сложность, поскольку приходится производить эвакуацию больных в положении лежа на кроватях, каталках или специальных средствах эвакуации с автономно работающим медицинским оборудованием при участии лечащих врачей и специально подготовленных медработников.

Задача эвакуации немобильных людей по лестнице, а также людей, передвигающихся на креслах-колясках, до сих пор фактически не решена, поэтому ведется разработка устройств, позволяющих транспортировать инвалидов-колясочников и немобильных больных по лестницам, не прибегая к переноске их на руках.

Для транспортирования людей, неспособных самостоятельно передвигаться по лестнице, эффективным способом эвакуации является использование специального приспособления — эвакуационного стула. Такие устройства массово используются за рубежом. Эвакуационный стул представляет собой специальное кресло, приспособленное для движения как по горизонтальному пути, так и по лестнице. Испытания таких устройств были проведены, например, в Великобритании [32].

Результаты сравнительного анализа параметров эвакуации людей различными способами, в том числе с помощью эвакуационного стула, приведены в табл. 9.

Из табл. 9 видно, что эвакуационный стул имеет безусловное преимущество перед традиционными способами эвакуации: высокая скорость передвижения, доступность для женщин, необходимость только одного ассистента для обеспечения передвижения.

Таблица 9. Обобщенные результаты экспериментов по эвакуации человека весом 60 кг по лестнице на носилках, инвалидных креслах и эвакуационных стульях

Параметр	Носилки	Переноска инвалидного кресла на руках	Эвакуационный стул
Число человек, требуемое для управления эвакуационным средством на лестнице	2	2–4	1
Средняя скорость V, м/мин	45,0	13,0–18,5	39,1
Возможность для женщин	Ограничена	Ограничена	Да



Рис. 5. Эвакуационный стул, разработанный российскими специалистами

Сотрудниками кафедры пожарной безопасности в строительстве Академии ГПС МЧС России был разработан и испытан опытный образец эвакуационного стула, представленный на рис. 5.

Возможность использования эвакуационных стульев актуальна не только для стационаров лечебных учреждений, но и для домов для престарелых, в которых число людей, неспособных к самостоятельному передвижению, составляет от 50 до 70 %. Эта проблема обостряется в ночное время, поскольку на 5 чел. персонала может приходиться 28 немобильных людей.

Результаты исследований показывают, что весьма проблематично обеспечить своевременность эвакуации при пожаре из зданий, основной функциональный контингент которых состоит из людей рассмотренных групп мобильности, несмотря на все предпринимаемые меры и разрабатываемые средства перемещения людей по лестницам.

Нормирование использования лифтов при эвакуации в чрезвычайных ситуациях

В свете изложенного вызывает сомнение корректность требования п. 14 ст. 89 ФЗ № 123 [1], согласно которому “эвакуационные пути не должны включать лифты”. Приведенные в этом разделе данные показывают его полную несостоятельность применительно к зданиям, основной функциональный контингент которых составляют малоподвижные люди. Поэтому естественно, что в отечественном нормировании первый шаг к использованию лифтов при чрезвычайных ситуациях сделан в СНиП 35-01–2001 [2].

Вопрос о необходимости использования лифтов при эвакуации людей впервые был поставлен в 1969 г. [33] на основании исследований оптимизации процесса движения людских потоков из высотных зданий [34]. К тому времени еще не существовало лифтов для пожарных.

В 1971 г. один из зарубежных исследователей высказался по этому поводу следующим образом: “Проведенные исследования показали, что, кроме опасности сердечных приступов, использование лестниц плохо еще и потому, что они не обеспечивают пропускную способность, необходимую для высотных зданий. Существующие нормы предписывают одинаковое число лестничных клеток как для 2-х, так и 102-этажных зданий. Официальная политика в области противопожарной защиты заключается в том, что в случае пожара для эвакуации людей должны быть использованы лестничные клетки, а не лифты. Каждый, кто спускался хотя бы раз в лифте, а также пешком по 50-этажной лестнице, может сказать, что правильным является обратное решение” [35]. Сегодня имеются данные [36, 37], что даже при свободном движении люди испытывают усталость после 5 мин спуска, а при спуске приблизительно с 18-го этажа они “страдают от усталости”.

Соответствует ли такое положение принципу “доступности зданий и сооружений” не только для маломобильных, но и здоровых людей? **Доступно войти, но недоступно выйти, когда безопасность жизни исчисляется минутами.** Население высотных зданий давно “проголосовало” за использование лифтов для эвакуации: “…в многоэтажных зданиях лифты используются частью людей, а иногда и большинством, для эвакуации до тех пор, пока они действуют” [38].

Как показывают исследования вариантов организации эвакуации из зданий высотного комплекса “Россия” [39], использование лифтов дает возможность организовать комбинированную поэтапную эвакуацию, обеспечивающую значительное сокращение общей продолжительности эвакуации людей из высотных зданий и снижение плотности людского потока до 3–4 чел./м^2 вместо 7–9 чел./м^2. Продолжительность эвакуации приближается к 25 мин (расчетная — 24,9 мин) вместо 80 мин при одновременной пешеходной эвакуации.

В мировой практике на протяжении последних 30 лет отсутствовали не только единые противопожарные требования к лифтам, но и оценка возможности их использования для эвакуации. Положение решительно изменилось после разрушения высотных зданий Всемирного торгового центра в Нью-Йорке 11 сентября 2001 г. В отчете по анализу последствий этой трагедии “Final Report on Collapse of the World Center Towers” (NIST NCSTAR 1. USA, 2005) указывается: “Использование лифтов и активные самостоятельные действия при эвакуации со-

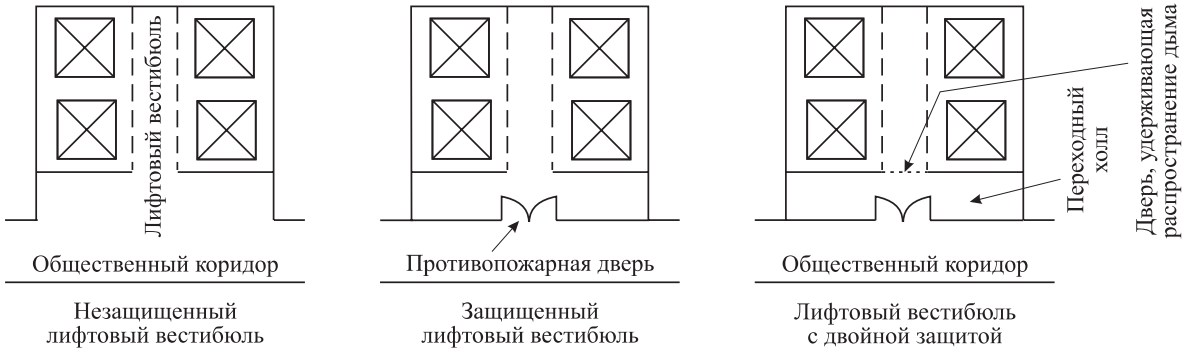


Рис. 6. Варианты защиты лифтовых холлов от воздействий ОФП

хранили жизнь примерно 3 тысячам человек". Теперь NFPA регламентированы [40, 41] требования для эвакуационного лифта и организации его использования при возникновении пожара. Нормативно-правовой документ IBC (международные строительные нормы) [42] устанавливает, что для зданий выше 128 м при наличии эвакуационного лифта допускается не устраивать дополнительную лестничную клетку. Британский стандарт [43] ввел также понятие "эвакуационный лифт" и регламентировал технические и организационные требования по его использованию. Но основным международным документом по использованию "эвакуационного лифта" является международный стандарт ISO/TR 25743–2010 [44]. Цель документа — оценка проектных решений лифта для возможности его использования при чрезвычайной ситуации (в том числе при пожаре).

В наши дни изучается не столько вопрос о допустимости использования лифта при пожаре, сколько:

- организация работы лифта при эвакуации и поведение людей при его использовании [45];
- выбор пути эвакуации (лестничная клетка или лифт) при ЧС и в нормальных условиях [46];
- программирование лифта для эвакуации людей, как маломобильных, так и всех проживающих или находящихся на этаже;
- моделирование эвакуации посредством лифтов.

Современные требования к противопожарной защите лифтовых установок в высотных зданиях обеспечивают их безопасность на уровне незадымляемых лестничных клеток, а лифты, работающие при пожаре, относятся к электроприемникам 1-й особой и 1-й категорий надежности, что гарантирует их бесперебойную работу.

Федеральным законом от 10.07.2012 г. № 117-ФЗ в п. 15 ст. 89 Федерального закона № 123 [1] была введена новая часть, излагающая эти требования в следующей редакции:

"15. Для эвакуации со всех этажей зданий групп населения с ограниченными возможностями передвижения допускается предусматривать на этажах вблизи лифтов, предназначенных для групп населения с ограниченными возможностями передвижения, и (или) на лестничных клетках **устройство безопасных зон**, в которых они могут находиться до прибытия спасательных подразделений. При этом к указанным лифтам предъявляются такие же требования, как и **к лифтам для транспортировки подразделений пожарной охраны. Такие лифты могут использоваться для спасения групп населения с ограниченными возможностями передвижения во время пожара**".

Для отечественной практики представляют интерес рассматриваемые за рубежом варианты использования лифтовых холлов (по зарубежной терминологии — вестибюлей). На рис. 6 представлены три варианта лифтовых холлов, наиболее безопасными из которых признаны холлы с двойной защитой.

Однако следует иметь в виду, что за рубежом не распространена защита лифтового узла от проникновения опасных факторов пожара путем создания в шахтах лифтов или лифтовых холлах избыточного давления (подпора) воздуха, которое препятствует проникновению ОФП в лифтовые узлы. В нашей же стране ст. 88 ФЗ № 123 [1] требует: "В зданиях, сооружениях и строениях высотой 28 и более метров шахты лифтов, не имеющих у выхода из них тамбур-шлюзов с избыточным давлением воздуха, должны быть оборудованы системой создания избыточного давления воздуха в шахте лифта при пожаре", т. е. для обеспечения условий безопасности от проникновения опасных факторов пожара **создается избыточное давление в лифтовых узлах — либо в шахтах, либо в лифтовых холлах**. Данное, безусловно прогрессивное, положение является одним из важных и надежных препятствий проникновению ОФП в лифтовый узел и обеспечивает безопасность находящихся в лифтовых узлах людей.

Создание избыточного давления, несомненно, более эффективно, чем применение лифтовых холлов с двойной защитой. Учет этого положения актуален для стационаров больниц, в которых операционные

с нетранспортабельными пациентами располагаются, как правило, на верхних этажах зданий.

В стационарах же больниц и социальных учреждениях для пожилых людей и инвалидов, в которых помещения для малоподвижных, немобильных и нетранспортабельных пациентов находятся в малоэтажных зданиях, учитывая также ограниченные возможности медперсонала по спасению пациентов, целесообразно использовать лифты. Но в этом случае более рациональным может быть устройство лифтовых холлов с двойной защитой или подход к лифтам через воздушную зону с использованием для этого галерей летних помещений.

Зоны пожарной безопасности

Анализ обеспечения безопасности людей при пожаре [34] показывает необходимость организации двух типов зон безопасности: на этажах здания и на территории вне зоны возможного обрушения здания.

Зоны пожарной безопасности на этажах здания должны обеспечивать безопасность людей, находящихся на каждом из этажей, в случае если они не могут своевременно эвакуироваться с этажа (до угрозы воздействия на них опасных факторов пожара, распространяющихся по этажу), что весьма вероятно для рассматриваемых видов зданий. Это зоны временной безопасности. Такие зоны нельзя устраивать только на некоторых (например, технических) этажах или в виде “карманов”, используя для этого помещения, которые в нормальных условиях эксплуатации имеют другое назначение. Это мнимое обеспечение безопасности: до зон на технических этажах противопожарных отсеков большинство маломобильных людей с других этажей просто не сумеют добраться из-за своих физических возможностей, а на своевременную эвакуацию в них всех неподвижных и нетранспортабельных людей персоналом будет недостаточно времени. Среди же людей, оказавшихся в “карманах”, весьма вероятно возникновение паники, поскольку они будут ощущать себя попавшими в ловушку (из-за невозможности продолжать дальнейшее движение).

Наиболее кардиальные предложения по организации мест безопасности в пределах этажа, которые встречаются в научно-технических публикациях, предусматривают:

- деление этажа на две противопожарные зоны противопожарной преградой;
- обеспечение не менее двух путей для перехода из одной части этажа в другую через противопожарную стену;
- защиту каждого из таких проходов двумя дверями, открытыми при нормальной эксплуатации и автоматически закрывающимися при помощи магнитных защелок по сигналу от пожарного извещателя;
- расположение лифтов в двух группах, по одной с каждой стороны противопожарной преграды;
- наличие вблизи от каждой группы лифтов по одной лестничной клетке.

Предусматривается, что лифты, расположенные на стороне пожара, на горящем этаже не останавливаются. Такое решение позволит обеспечить: горизонтальные пути эвакуации в безопасную зону, где будет достаточно времени для эвакуации в спокойной обстановке; возможность использования лифтов, расположенных в зоне, защищенной от распространения пожара, для эвакуации людей и подъема пожарной команды, которая будет иметь на горящем этаже свободную от огня зону.

Зона пожарной безопасности на территории вне радиуса возможного обрушения здания является зоной рассредоточения людей по территории города. Движение до нее людей, покидающих эвакуируемое здание, является четвертым этапом эвакуации, который в настоящее время в нашей стране не нормируется.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федер. закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ; принят Гос. Думой 04.07.2008 г.; одобр. Сов. Федерации 11.07.2008 г. // Собр. законодательства РФ. — 2008. — № 30 (ч. I), ст. 3579.
2. СНиП 35-01–2001. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения : постановление Госстроя России от 16.07.2001 г. № 73: введ. 01.09.2001 г. — М. : ГУП ЦПП, 2001; ОАО “ЦПП”, 2008.
3. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности : приказ МЧС России от 30.06.2009 г. № 382; введ. 30.06.2009 г. — М. : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009.
4. *Истратов Р. Н.* Исследование возможностей спасения при пожаре немобильных людей из стационаров лечебно-профилактических и социальных учреждений // Пожаровзрывобезопасность. — 2014. — Т. 23, № 6. — С. 54–63.

5. *Степанов В. К.* Архитектурная среда обитания инвалидов и престарелых. — М. : Стройиздат, 1989.
6. *Калмет Х. Ю.* Жилая среда для инвалидов. — М. : Стройиздат, 1990.
7. ВСН 62–91*. Проектирование среды жизнедеятельности с учетом потребностей инвалидов и маломобильных групп населения. — М. : Минстрой России, ГП ЦПП, 1994.
8. *Шурин Е. Т., Апаков А. В.* Выделение групп населения по мобильным качествам и индивидуальное движение в людском потоке как основа моделирования движения "смешанных" людских потоков при эвакуации // Проблемы пожарной безопасности в строительстве : сб. статей. — М. : Академия ГПС МВД РФ, 2001. — С. 36–42.
9. *Кирюханцев Е. Е., Холщевников В. В., Шурин Е. Т.* Первые экспериментальные исследования движения инвалидов в общем потоке // Безопасность людей при пожарах. — М. : ВИПТШ МВД РФ, 1999.
10. *Шурин Е. Т., Самошин Д. А.* Результаты экспериментов по определению некоторых параметров эвакуации немобильных людей при пожаре // Системы безопасности: 10-я научно-техническая конференция. — М. : Академия ГПС МВД РФ, 2001. — С. 114–117.
11. Организация эвакуации при пожарах, стихийных бедствиях и других чрезвычайных ситуациях для обеспечения безопасности маломобильных групп населения : отчет по научно-исследовательской работе. — М. : МИПБ МВД России, 1997.
12. СП 35-101–2001. Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения : приказ ГУП "Ин-т общественных зданий" от 20.06.2001 г.; введ. 16.07.2001 г. — М. : ГУП ЦПП, 2001.
13. *Яичков К. М.* Защита лечебных учреждений от пожаров. — М., 1931.
14. Эвакуация из больниц больных и служебного персонала во время пожара. Положение. — Тбилиси : Наркомздравоохранения, 1938.
15. *Hall J.* Patient evacuation in hospitals // Canter D. (ed.). Fires and human behaviour. — London : David Fulton Publisher, 1980.
16. *Bryan J. L., Milke J. A.* The determination of behavioral response patterns in fire situations. Project people II. Final Report — Health Care Report. — Washington, DC : Centre for Fire Research, National Bureau of Standards, 1981.
17. *Boyce K. E.* Egress capabilities of people with disabilities: PhD thesis. — University of Ulster, 1996.
18. *Shimada T., Naoi H.* An experimental study on the evacuation flow of crowd including wheelchair users // Fire Science and Technology. — 2006. — Vol. 25, No. 1. — С. 1–14.
19. *Miyazaka K., Matsukura H., Katuhara M.* Behaviour of pedestrian group overtaking wheelchair user // Proceedings of the 2nd International Conference on Pedestrian and Evacuation Dynamics. — Greenwich, UK, 20–22 August 2003. — P. 267–278.
20. *Brand A., Sorqvist M., Hakansson P., Johanson J. E.* Evacuation safety for locomotion disabled people // Proceedings of the Second International Symposium on Human Behaviour in Fire. — Boston, USA, 2001. — P. 445–450.
21. *Hedman G.* Stair descent devices: an overview of current devices and proposed framework for standards and testing // Proceedings of the Fourth International Symposium on Human Behaviour in Fire. — Cambridge, UK, 2009. — P. 601–606.
22. *Adams A. P. M., Galea E. R.* An experimental evaluation of movement devices used to assist people with reduced mobility in high-rise building evacuations // Proceedings of the Fifth International Conference Pedestrian and Evacuation Dynamics. — New York, USA, 2011. — P. 129–138.
23. *Yoshimura H., Fujimoto M.* Development of step-by-step ramps for assisting wheelchair users' evacuation in emergencies // Proceedings of the Third International Symposium on Human Behaviour in Fire. — Belfast, UK, 2004. — P. 507–512.
24. *Arno G., Buckens F. M. A.* Hospital evacuation drills: how to start? // Emergency evacuation of people from buildings : International Scientific and Technical Conference. — Warsaw, Poland, 2011. — P. 35–42.
25. *Самошин Д. А., Истратов Р. Н.* Оценка мобильных качеств пациентов различных отделений городских клинических больниц // Пожаровзрывобезопасность. — 2011. — Т. 20, № 12. — С. 42–44.
26. Norma CSSR CSN 73 0835. Pozarni Becpecnost Staveb. Bodovy Dravotnickych Zarizeny. — 1980 / Пожарная безопасность зданий. Здания учреждений здравоохранения // Всесоюзный центр переводов. — М., 1983.

27. *Антоненко Л. М.* Особенности нарушений поддержания равновесия и ходьбы у больных пожилого возраста с болезнью Паркинсона, мультисистемной атрофией, прогрессирующим надъядерным параличом : автореф. дис. … канд. мед. наук. — М., 2005.
28. *Дамулин И. В., Яхно Н. Н.* Падения в пожилом возрасте // Врач. — 2000. — № 7. — С. 7–12.
29. *Брыжахина В. Г., Дамулин И. В., Яхно Н. Н.* Нарушения ходьбы и равновесия при дисциркуляторной энцефалопатии. Сообщение 1 // Неврологический журнал. — 2004. — № 2. — С. 11–17.
30. *Холщевников В. В.* Закономерность связи между параметрами людских потоков : диплом № 24–S на открытие в области социальной психологии. — М. : Российская академия естественных наук, Международная академия авторов научных открытий и изобретений, Международная ассоциация авторов научных открытий, 2005.
31. *Истратов Р. Н.* Проблемы эвакуации людей из стационаров больниц // Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы : сб. матер. VI Междунар. науч.-практ. конф. курсантов (студентов), слушателей магистратуры и адъюнктов (аспирантов). В 2 ч. — Ч. 1. — Минск : КИИ, 2012. — С. 76–78.
32. *Adams A. P. M., Galea E. R.* An experimental evaluation of movement devices used to assist people with reduced mobility in high-rise building evacuations // Peacock R. D., Kuligowski E. D., Averill J. D. (eds.). Pedestrian and Evacuation Dynamics : Proc. of 5th Int. Conf., March 8–10 2010. — New York : Springer, 2011. — P. 129–138. doi: 10.1007/978-1-4419-9725-8 12.
33. *Великовский Л. Б., Холщевников В. В.* Вопросы эвакуации из высотных зданий // Архитектура СССР. — 1969. — № 1. — С. 46–49.
34. *Холщевников В. В.* Оптимизация путей движения людских потоков. Высотные здания : дис. … канд. техн. наук (науч. рук. В. М. Предтеченский). — М. : МИСИ, 1969.
35. *Patton R. M.* Fire-safety for the high-rise building // ASHRAE Journal. — 1971. — Vol. 13, No. 4.
36. *Pauls J.* The movement of people in buildings and design solutions for means of egress // Fire Technology. — 1984. — Vol. 20, Issue 1. — P. 27–47.
37. *So A., Lai T., Yu J.* Lift logic // FEJ and FP, August 2003.
38. *Watrour Lanrece D.* The ease for evacuating high-rise buildings // Elevator World. — 1972. — No. 11.
39. *Холщевников В. В.* Эвакуация людей из высотных зданий : учебное пособие. — М. : МГСУ, 2011.
40. NFPA 101. Life Safety Code, 2009. URL : www.nfpa.org (дата обращения: 06.05.2014 г.).
41. NFPA 5000. Building Construction and Safety Code, 2009. URL : www.nfpa.org (дата обращения: 06.05.2014 г.).
42. 2009 International Building Code. — USA : International Code Council, Inc., 2009.
43. BS 9999:2008. Code of practice for fire safety in the design, management and use of buildings. URL : http://www.constructionstudents.co.uk/resources/BS %209999 %202008.pdf (дата обращения: 06.05.2014 г.).
44. ISO/TR 25743:2010. Lifts (elevators) – Study of the use of lifts for evacuation during an emergency. Standard by International Organization for Standardization (Technical Report), 04/01/2010.
45. *Kinsey M. J., Galea E. R., Lawrence P. J.* Stairs or lifts? — A study of human factors associated with lift/elevator usage during evacuations using an online survey // Pedestrian and Evacuation Dynamics. Peacock R. D., Kuligowski E. D., Averill J. D. (eds.). — New York : Springer, 2011. — P. 627–636. doi: 10.1007/978-1-4419-9725-8 56.
46. *Kinsey M. J., Galea E. R., Lawrence P. J.* Human factors associated with the selection of lifts/elevators or stairs in emergency and normal usage conditions // Fire Technology. — 2012. — Vol. 48, No. 1. — P. 3–26. doi: 10.1007/s10694-010-0176-7.

Материал поступил в редакцию 15 мая 2014 г.

English

PROBLEMS OF FIRE SAFETY OF DISABLED PEOPLE IN BUILDINGS WITH THEIR MASS PRESENCE

KHOLSHCHEVNIKOV V. V., Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Architectural-Construction Design Department, Moscow State University of Civil Engineering (Yaroslavskoye Shosse, 26, Moscow, 129337, Russian Federation; e-mail address: reglament2004@mail.ru)

SAMOSHIN D. A., Candidate of Technical Sciences, Associated Professor of Department of Fire Safety in Construction, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation; e-mail address: inbox-d@mail.ru)

ABSTRACT

The article considers the problems of fire safety of people with disabilities. Nowadays in our country the number of people whose mobility is reduced compared with healthy adult people exceeds 50 millions. Analysis of the statistical data showed that the magnitude of individual fire risk for people officially recognised as disabled in 2013 is $54.5 \cdot 10^{-6}$. Especially hard to ensure the safety of people with limited functions of the organism in their places of mass stay — in-patient health care institutions and social protection. Analysis of case histories and staffing agencies has allowed to establish the number of patients to a particular group of mobility, to identify the number immobile and nontransportable patients.

The paper considers the motion parameters of elderly people, capable of independent evacuation. It was found that their motion parameters described previously installed dependence. The peculiarities of salvation immobile and untransportable people were researched. The analytical dependence, allowing to estimate the required number of flights for salvation immobile people different numbers of rescuers. Provides suggestions for organizing the rescue of people using elevators and fire zones.

Keywords: people with disabilities; older people; people with reduced mobility; fire; evacuation; rescue; fire zones; lifts.

REFERENCES

1. Technical regulations for fire safety requirements. Federal Law on 22.07.2008 No. 123. *Sobraniye zakonodatelstva — Collection of Laws of the Russian Federation,* 2008, no. 30 (part I), art. 3579 (in Russian).
2. *Construction norms and regulations 35-01–2001. Accessibility of buildings for people with limited mobility*. Moscow, GUP TsPP Publ., 2001; OAO TsPP Publ., 2008 (in Russian).
3. *Technique of determination of settlement sizes of fire risk in buildings, constructions and structures of various classes of functional fire danger. Order of Emercom of Russia on 30.06.2009 No. 382*. Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia Publ., 2009 (in Russian).
4. Istratov R. N. Issledovaniye vozmozhnostey spaseniya pri pozhare nemobilnykh lyudey iz statsionarov lechebno-profilakticheskikh i sotsialnykh uchrezhdeniy [Study on rescue possibilities of immobile people from medical and social institutions in case of fire]. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Safety Explosion*, 2014, vol. 23, no. 6, pp. 54–63.
5. Stepanov V. K. *Arkhitekturnaya sreda obitaniya invalidov i prestarelykh* [Architectural environment of the disabled and the elderly]. Moscow, Stroyizdat, 1989.
6. Kalmet Kh. Yu. *Zhilaya sreda dlya invalidov* [Living environment for people with disabilities]. Moscow, Stroyizdat, 1990.
7. *Departmental construction norms 62–91*. Designing the living environment with the needs of the disabled and people with limited mobility*. Moscow, Ministry of Construction of Russia Publ., 1994 (in Russian).
8. Shurin E. T., Apakov A. V. Vydeleniye grupp naseleniya po mobilnym kachestvam i individualnoye dvizheniye v lyudskom potoke kak osnova modelirovaniya dvizheniya "smeshannykh" lyudskikh potokov pri evakuatsii [The selection of population groups through mobile qualities and individual movement in the human stream as the basis of simulation of the movement "mixed" people flows during evacuation]. *Problemy pozharnoy bezopasnosti v stroitelstve: sb. statey* [Problems of fire safety in construction. Collection of articles]. Moscow, State Fire Academy of Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation Publ., 2001, pp. 36–42.
9. Kiryukhantsev E. E., Kholshchevnikov V. V., Shurin E. T. Pervyye eksperimentalnyye issledovaniya dvizheniya invalidov v obshchem potoke [First pilot study of the movement of persons with disabilities in the general stream]. *Bezopasnost lyudey pri pozharakh* [The safety of people during fires]. Moscow, Higher Fire and Technical School of Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation Publ., 1999.

10. Shurin E. T., Samoshin D. A. Rezultaty eksperimentov po opredeleniyu nekotorykh parametrov evakuatsii nemobilnykh lyudey pri pozhare [Results of experiments on defining some of the parameters evacuation immobile people in case of fire]. *Sistemy bezopasnosti: 10-ya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya* [Safety Systems. 10th scientific and technical conference]. Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., 2001, pp. 114–117.
11. *Organizatsiya evakuatsii pri pozharakh, stikhiynykh bedstviyakh i drugikh chrezvychaynykh situatsiyakh dlya obespecheniya bezopasnosti malomobilnykh grupp naseleniya: otchet po nauchno-issledovatelskoy rabote* [Organization of evacuation in fires, natural disasters and other emergencies to ensure the security of the disabled population. Report on scientific research work]. Moscow, Moscow Institute of Fire Safety of Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation Publ., 1997.
12. *Set of Rules 35-101–2001. Designing of buildings and constructions taking into account accessibility for people with limited mobility. General provisions*. Moscow, GUP TsPP Publ., 2001 (in Russian).
13. Yaichkov K. M. *Zashchita lechebnykh uchrezhdeniy ot pozharov* [Protection of medical facilities from fires]. Moscow, 1931.
14. *Evakuatsiya iz bolnits bolnykh i sluzhebnogo personala vo vremya pozhara: polozhenie* [Evacuation hospital patients and staff during a fire. Position]. Tbilisi, Narkomzdravookhraneniya Publ., 1938.
15. Hall J. Patient evacuation in hospitals. In: Canter D. (ed.). *Fires and human behaviour*. London, David Fulton Publisher, 1980.
16. Bryan J. L., Milke J. A. *The determination of behavioral response patterns in fire situations. Project people II. Final Report — Health Care Report.* Washington, DC, Centre for Fire Research, National Bureau of Standards, 1981.
17. Boyce K. E. Egress capabilities of people with disabilities: PhD thesis. University of Ulster, 1996.
18. Shimada T., Naoi H. An experimental study on the evacuation flow of crowd including wheelchair users. *Fire Science and Technology*, 2006, vol. 25, no. 1, pp. 1–14.
19. Miyazaka K., Matsukura H., Katuhara M. Behaviour of pedestrian group overtaking wheelchair user. *Proceedings of the 2nd International Conference on Pedestrian and Evacuation Dynamics*. Greenwich, UK, 20–22 August 2003, pp. 267–278.
20. Brand A., Sorqvist M., Hakansson P., Johanson J. E. Evacuation safety for locomotion disabled people. *Proceedings of the Second International Symposium on Human Behaviour in Fire*. Boston, USA, 2001, pp. 445–450.
21. Hedman G. Stair descent devices: an overview of current devices and proposed framework for standards and testing. *Proceedings of the Fourth International Symposium on Human Behaviour in Fire*. Cambridge, UK, 2009, pp. 601–606.
22. Adams A. P. M., Galea E. R. An experimental evaluation of movement devices used to assist people with reduced mobility in high-rise building evacuations. *Proceedings of the Fifth International Conference Pedestrian and Evacuation Dynamics*. New York, USA, 2011, pp. 129–138.
23. Yoshimura H., Fujimoto M. Development of step-by-step ramps for assisting wheelchair users' evacuation in emergencies. *Proceedings of the Third International Symposium on Human Behaviour in Fire*. Belfast, UK, 2004, pp. 507–512.
24. Arno G., Buckens F. M. A. Hospital evacuation drills: how to start? *International Scientific and Technical Conference* "*Emergency evacuation of people from buildings*". Warsaw, Poland, 2011, pp. 35–42.
25. Samoshin D. A., Istratov R. N. Otsenka mobilnykh kachestv patsientov razlichnykh otdeleniy gorodskikh klinicheskikh bolnits [An evaluation of patient's mobile characteristics in the different departments of the city hospitals]. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2011, vol. 20, no. 12, pp. 42–44.
26. Norma CSSR CSN 73 0835. Pozarni Becpecnost Staveb. Bodovy Dravotnickych Zarizeny, 1980 [Fire safety of buildings. Building institutions of public health]. Moscow, the All-Union Translation Center Publ., 1983 (in Chekh).
27. Antonenko L. M. *Osobennosti narusheniy podderzhaniya ravnovesiya i khodby u bolnykh pozhilogo vozrasta s boleznyu Parkinsona, multisistemnoy atrofiyey, progressiruyushchim nadyadernym paralichom: avtoref. dis. kand. med. nauk* [Features violations balance and walk in elderly patients with Parkinson's disease, multiple system atrophy, progressive supranuclear palsy. Abstracts of cand. medic. sci. diss.]. Moscow, 2005.
28. Damulin I. V., Yakhno N. N. Padeniya v pozhilom vozraste [The fall in old age]. *Vrach — The Doctor*, 2000, no. 7, pp. 7–12.

29. Bryzhakhina V. G., Damulin I. V., Yakhno N. N. Narusheniya khodby i ravnovesiya pri distsirkulyatornoy entsefalopatii. Soobshcheniye 1 [Violations walk and balance with discirculatory encephalopathy. Message 1]. *Nevrologicheskiy zhurnal — Journal of Neuroljgy*, 2004, no. 2, pp. 11–17.
30. Kholshchevnikov V. V. *Zakonomernost svyazi mezhdu parametrami lyudskih potokov. Diplom № 24-S na otkrytiye v oblasti sotsialnoy psikhologii* [Relationship between parameters of human flow. Diplom no. 24-S. Scientific discovery in the area of social psychology]. Russian Academy of Natural Sciences, International Academy of Authors of Scientific Discovery and Inventions, International Agency of Authors of Scientific Discovery Publ., 2005.
31. Istratov R. N. Problemy evakuatsii lyudey iz statsionarov bolnits. Obespecheniye bezopasnosti zhiznedeyatelnosti: problemy i perspektivy [Problems of evacuation of people from hospitals. Ensuring life safety: problems and prospects]. *Sb. materialov VI mezhdunar. nauch.-prakt. konferentsii kursantov (studentov), slushateley magistratury i adyunktov (aspirantov)* [Proceedings of VI Internationak Practical Conference of cadets (students), students of a magistracy and postgraduate (postgraduate)]. Minsk, KII Publ., 2012, part 1, pp. 76–78.
32. Adams A. P. M., Galea E. R. An experimental evaluation of movement devices used to assist people with reduced mobility in high-rise building evacuations. In: Peacock R. D., Kuligowski E. D., Averill J. D. (eds.). *Pedestrian and Evacuation Dynamics*: Proc. of 5th Int. Conf., March 8–10 2010. New York, Springer, 2011, pp. 129–138. doi: 10.1007/978-1-4419-9725-8 12.
33. Velikovskiy L. B., Kholshchevnikov V. V. Voprosy evakuatsii iz vysotnykh zdaniy [The evacuation from high-rise buildings]. *Arkhitektura SSSR — Architecture SSSR*, 1969, no. 1. pp. 46–49.
34. Kholshchevnikov V. V. *Optimizatsiya putey dvizheniya lyudskikh potokov. Vysotnyye zdaniya: dis. kand. tekhn. nauk* [Optimization of routes of movement of people flows. High-rise buildings. Cand. medic. sci. diss.]. Moscow, Moscow State University of Civil Engineering Publ., 1969.
35. Patton R. M. Fire-safety for the high-rise building. *ASHRAE Journal*, 1971, vol. 13, no. 4.
36. Pauls J. The movement of people in buildings and design solutions for means of egress. *Fire Technology*, 1984, vol. 20, issue 1, pp. 27–47.
37. So A., Lai T., Yu J. Lift logic. *FEJ and FP*, August 2003.
38. Watrour Lanrece D. The ease for evacuating high-rise buildings. *Elevator World*, 1972, no. 11.
39. Kholshchevnikov V. V. *Evakuatsiya lyudey iz vysotnykh zdaniy. Uchebnoye posobiye* [Evacuation of people from high-rise buildings. The tutorial]. Moscow, Moscow State University of Civil Engineering Publ., 2011.
40. *NFPA 101. Life Safety Code, 2009*. Available at: www.nfpa.org (Accessed 6 May 2014).
41. *NFPA 5000. Building Construction and Safety Code, 2009*. Available at: www.nfpa.org (Accessed 6 May 2014).
42. *2009 International Building Code*. USA, International Code Council, Inc., 2009.
43. *BS 9999:2008. Code of practice for fire safety in the design, management and use of buildings*. Available at: http://www.constructionstudents.co.uk/resources/BS %209999 %202008.pdf (Accessed 6 May 2014).
44. *ISO/TR 25743:2010. Lifts (elevators) – Study of the use of lifts for evacuation during an emergency*. Standard by International Organization for Standardization (Technical Report), 04/01/2010.
45. Kinsey M. J., Galea E. R., Lawrence P. J. Stairs or lifts? — A study of human factors associated with lift/elevator usage during evacuations using an online survey. In: Peacock R. D., Kuligowski E. D., Averill J. D. (eds.). *Pedestrian and Evacuation Dynamics*. New York, Springer, 2011, pp. 627–636. doi: 10.1007/978-1-4419-9725-8 56.
46. Kinsey M. J., Galea E. R., Lawrence P. J. Human factors associated with the selection of lifts/elevators or stairs in emergency and normal usage conditions. *Fire Technology*, 2012, vol. 48, no. 1, pp. 3–26. doi: 10.1007/s10694-010-0176-7.