

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

В. В. ХОЛЩЕВНИКОВ, д-р техн. наук, профессор кафедры комплексной безопасности в строительстве, Московский государственный строительный университет (Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26); профессор кафедры пожарной безопасности в строительстве, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: reglament2004@mail.ru)

УДК 614.842.65.001.24(043.7)

ПРОБЛЕМЫ НОРМИРОВАНИЯ ВРЕМЕНИ НАЧАЛА ЭВАКУАЦИИ

Анализируются проблемы, связанные с изучением времени начала эвакуации людей в нашей стране и за рубежом. Рассмотрена история нормирования этой величины в различных нормативных документах; отмечено, что сегодня имеет место недостаточность отображения этой величины в практике нормирования. В качестве основных проблем нормирования отмечается ошибочность правоприменительной практики трактования времени начала эвакуации как времени ожидания начала эвакуации. Указывается, что тип системы оповещения влияет на время начала эвакуации противоположным образом, чем принято считать в настоящее время, т. е. чем выше тип СОУЭ, тем больше время начала эвакуации. Излагаются научно-методические принципы и методы исследований, основанные на концепции психофизической обусловленности вероятности поведения людей на этапе формирования времени начала эвакуации, которые были выполнены в последние годы в Учебно-научном центре проблем пожарной безопасности в строительстве Академии ГПС МЧС России. Приводятся новые результаты активных исследований данного этапа эвакуации в нашей стране.

Ключевые слова: время начала эвакуации; тип системы оповещения; проблемы нормирования; нормативные требования; закон распределения.

DOI: 10.18322/PVB.2016.25.05.37-51

1. История нормирования времени начала эвакуации

Понятие “время начала эвакуации $t_{н.э}$ ” впервые было введено в нормативную практику России ГОСТ 12.1.004–91* (п. 2.4): “ $t_{н.э}$ — интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей, мин”.

Введением параметра $t_{н.э}$ этот ГОСТ лишь обозначил существование проблемы, связанной с необходимостью учета времени начала эвакуации, но не дал ее решения. Это видно из записанного в п. 2.5 положения: “Значение времени начала эвакуации $t_{н.э}$ для зданий (сооружений) без систем оповещения вычисляются по результатам исследования поведения людей при пожарах конкретного назначения. При отсутствии необходимых исходных данных для определения времени начала эвакуации в зданиях (сооружениях) без систем оповещения величину $t_{н.э}$ следует принимать равной 0,5 мин — для этажа пожара и 2 мин — для вышележащих этажей. Если местом возникновения пожара является зальное помещение, где пожар может быть обнаружен всеми находящимися в нем людьми, то $t_{н.э}$ допускается принимать равным нулю”.

К исследованиям времени начала эвакуации обратились только после того, как впервые было проведено анкетирование людей, переживших пожар в зданиях (в основном жилых), в Великобритании [1]. В дальнейшем подобные опросы стали эпизодически проводиться и в других странах [2–4]. Из обобщения результатов анкетных опросов известно, что люди, находясь вне помещения очага пожара и узнав тем или иным образом о пожаре, ведут себя следующим образом:

- 33 % из опрошенных людей начинают обследовать помещение;
- 10 % готовятся покинуть помещение;
- 20 % стремятся предупредить о пожаре других людей;
- 10 % выясняют, вызвана ли пожарная команда;
- 6 % пытаются сами вызвать пожарную команду;
- 13 % пытаются сами потушить пожар;
- 8 % ничего не предпринимают, наблюдая, что делают другие.

В то же время статистические данные натурных наблюдений за возможным поведением людей в этих условиях отсутствовали. А результаты опросов могли использоваться лишь для оценки психологического

состояния людей в начале их эвакуации при пожаре в зданиях “без систем оповещения” с его крайними проявлениями. В качестве таких проявлений обычно рассматривались “обследование помещения” и бег. Обследование помещения расценивалось многими сторонними наблюдателями (журналистами) как неадекватная ситуация, а бег — как проявление паники. Оценка же, впервые проведенная [5, 6] на основании методологии статистических решений в психофизике [7], показала, что наблюдаемое в таких ситуациях поведение людей соответствует критериям “разумного риска”. Такая оценка теоретически обосновывает мнение ведущих зарубежных [8, 9] и отечественных [10] исследователей об отсутствии стресса в психическом состоянии людей при обнаружении ими косвенных признаков пожара и о том, что “бегство из горящего здания — естественное поведение людей, соответствующее возникшим условиям” [9] и что “основная масса эвакуирующихся состоит из вовлеченных в общий бег людей, способных к здоровой оценке ситуации и разумным действиям” [10]. В связи с этим при установлении расчетных значений параметров людских потоков при эвакуации была принята [5] случайная величина скорости движения при повышенном эмоциональном состоянии, а не при стрессе, которая и вошла с 1980 г. в СНиП II-2-80 [11], а затем и во все последующие нормативные документы, касающиеся эвакуации людей во время пожара.

В свете изложенного введение даже такого ограниченного набора значений $t_{н.э}$ в ГОСТ 12.1.004-91*, несомненно, являлось шагом вперед, так как до того эти затраты времени, обусловленные вариабельностью поведения людей при обнаружении пожара, полностью игнорировались и никакие исследования в этом направлении до 80-х годов прошлого столетия [12] не велись.

Исходя из доступных данных зарубежной, в том числе [13], и отечественной печати, в ходе подготовки МГСН 4.19-2005 [14] была разработана таблица случайных величин $t_{н.э}$ (табл. 1) для помещений различного функционального назначения [15], наличие которых возможно в высотных зданиях.

В рамках этого документа время начала эвакуации $t_{н.э}$ рассматривалось как случайная величина, распределенная по нормальному закону с описывающими его числовыми характеристиками — математическим ожиданием $m(t_{н.э})$ и среднеквадратическим отклонением $\sigma(t_{н.э})$.

Поскольку интервал изменений возможных значений случайной величины $t_{н.э}$ равен $m(t_{н.э}) \pm 3\sigma(t_{н.э})$, то очевидно, что нормируемый в табл. 1 интервал времени начала эвакуации предусматривает определенный период (отрезок) времени до начала эвакуации первого человека: $\Delta t = m(t_{н.э}) - 3\sigma(t_{н.э})$, что наглядно представлено на рис. 1. Отрезок времени Δt (мин) — это продолжительность процесса оповещения и приема человеком сообщения о возникновении пожара.

Значение Δt зависит от типа СОУЭ, которым оборудовано помещение, и психофизиологического состояния находящихся в нем людей. Например, при оборудовании здания СОУЭ типа V или IV (см. рис. 1) время начала эвакуации из помещения последнего человека составит: $t_{н.э} = \Delta t + 6\sigma(t_{н.э}) = 0,5 + 6 \cdot 0,5 = 3,5$ мин. При этом первый человек начнет эвакуироваться из помещения через 0,5 мин после оповещения, в следующие 0,5 мин начнут эвакуацию уже 2 % людей, находящихся в помещении, в следующие 0,5 мин — еще 14 %. И далее, в каждые последующие 0,5 мин начинают эвакуироваться, соответственно, 34; 34; 14 и 2 % людей, находящихся в помещении.

Таблица 1. Числовые характеристики случайной величины времени начала эвакуации при СОУЭ различных типов

Функциональный тип помещений и характеристика населения	СОУЭ типа					
	IV, V		II, III		I	
	$m(t_{н.э})$, мин	$\sigma(t_{н.э})$, мин	$m(t_{н.э})$, мин	$\sigma(t_{н.э})$, мин	$m(t_{н.э})$, мин	$\sigma(t_{н.э})$, мин
Жилые квартиры (апартаменты) для длительного проживания. Жильцы могут находиться в состоянии сна, но знакомы со структурой эвакуационных путей и выходов	2,0	0,5	4,0	0,5	5,0	0,5
Номера гостиниц. Жильцы могут находиться в состоянии сна и недостаточно знакомы со структурой эвакуационных путей и выходов	2,0	0,5	4,0	0,5	6,0	0,5
Магазины, выставки, досуговые центры и другие помещения массового посещения. Посетители находятся в бодрствующем состоянии, но могут быть не знакомы с планировкой здания и структурой эвакуационных путей и выходов	2,0	0,5	2,0	0,5	6,0	0,5
Административные, торговые и другие помещения. Посетители находятся в бодрствующем состоянии и хорошо знакомы со структурой эвакуационных путей и выходов	1,0	0,3	3,0	0,5	4,0	0,3

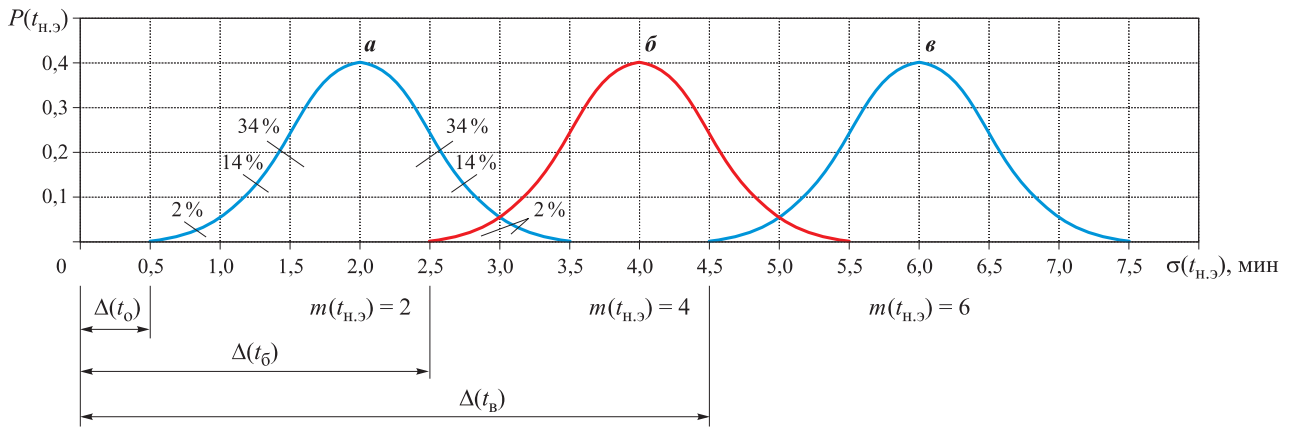


Рис. 1. Плотность распределения вероятности времени начала эвакуации $P(t_{н.э.})$ при оборудовании здания СОУЭ типов: а — V, IV; б — III, II; в — I; в % указана доля людей от общего количества людей N , начинающих эвакуироваться в соответствующий интервал времени

Здесь очень важно отметить, что с ростом номера типа СОУЭ соответственно изменяются и значения $t_{н.э.}$. Однако при этом повышается сложность и самой системы, что увеличивает время ее инерционности, поэтому фактически значение $t_{н.э.}$ изменяется обратно пропорционально номеру типа СОУЭ: чем выше его тип, тем больше будет $t_{н.э.}$.

После истечения срока действия МГСН 4.19–2005 данная методология нормирования времени начала эвакуации была заимствована стандартами организаций, проектирующих многоэтажные и высотные здания [16–18].

Концепция этой методологии использована и в Методике определения расчетных величин индивидуального пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности [19, табл. П5.1]. Поскольку при определении индивидуального пожарного риска значение $t_{н.э.}$ должно определяться по времени начала эвакуации последнего человека, находящегося в помещении, то в этой методике для упрощения принято равномерное распределение вероятности времени начала эвакуации людей на протяжении всего этого этапа, исходя из условия: $\max t_{н.э.} \geq \Delta t + 6\sigma(t_{н.э.})$, для зданий всех классов функциональной пожарной опасности. Отсюда следует, что количество людей $n(t_{н.э.})$ (чел./мин), начинающих эвакуироваться в единицу времени начала эвакуации, определяется по общей формуле

$$n(t_{н.э.}) = N / [\Delta t + 6\sigma(t_{н.э.})]. \quad (1)$$

Как показывает практика, важно подчеркнуть, что в течение времени начала эвакуации люди начинают эвакуироваться в каждый его временной промежуток, а не ожидают, пока все находящиеся в помещении люди N (чел.) “соберутся” и затем в момент $t_{н.э.}$ одновременно начнут эвакуацию. Такая интерпретация поведения людей в “интервале времени от возникновения пожара до начала эвакуации” явля-

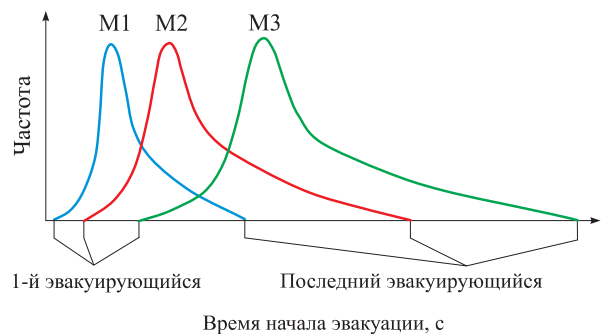


Рис. 2. Влияние уровня противопожарного менеджмента на время начала эвакуации людей по данным [21]

ется принципиальной методической ошибкой, которая допускается многими пользователями Методики [19], но, к сожалению, не раскрывается в пособии по использованию последней [20].

Одновременное начало эвакуации всех людей совершенно не соответствует динамике процесса начала движения взрослых людей, наблюдаемой при проведении в нашей стране и за рубежом [21] обследований реальных объектов при различном уровне его организации (рис. 2).

Такая интерпретация динамики процесса начала эвакуации людей ведет к искажению фактической картины последующего движения людских потоков, поскольку распределение значений времени начала эвакуации оказывает решающее влияние на формирование параметров движения людских потоков по эвакуационным путям и, соответственно, на определение значений времени эвакуации $t_{эв}$ (рис. 3).

Результаты моделирования, представленные на рис. 3, показывают, что одновременное начало эвакуации всех людей ведет к прогнозированию места образования скопления совершенно в другом месте, что может повлечь за собой избыточные затраты в ходе строительства, не имеющие никакого практического смысла.

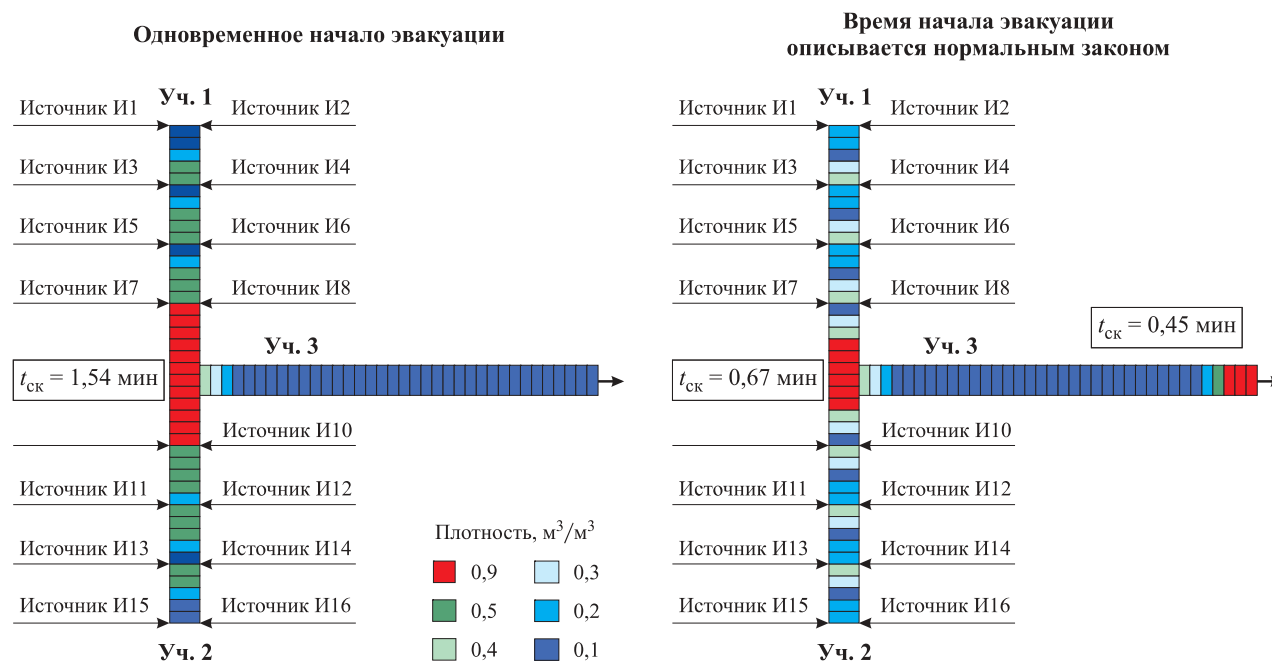


Рис. 3. Зависимость максимальных значений плотности людских потоков и расчетного времени эвакуации на участках пути от описания поведения людей в течение времени начала эвакуации: уч. 1 и уч. 2: $l = 25$ м, $b = 2,5$ м; уч. 3: $l = 31$ м, $b = 2,5$ м, $b_0 = 1,8$ м; И1–И16: $N = 30$ чел., $l = 16$ м, $b = 2$ м

2. Анализ результатов исследований и приемов нормирования времени начала эвакуации в международной практике

Ввиду сложности организации экспериментов и многофакторности параметров, определяющих продолжительность и характеристики процесса начала эвакуации, этот этап является одним из наименее исследованных как в нашей стране, так и за рубежом. Результаты обобщения отдельных опубликованных зарубежных данных [22] приведены на рис. 4.

Анализируя зарубежный опыт, следует отметить, что в Британском стандарте [13], а вслед за ним и в техническом отчете ISO ISO/TR 16738 [21] приводятся, по меньшей мере, 15 факторов, влияющих на время начала эвакуации. Среди них и характеристики здания, например В1 (небольшой магазин) – В3 (крупный транспортный терминал); и системы оповещения — А1 (автоматическое оповещение всего здания) – А3 (зонное оповещение с ручным включением); и уровень противопожарного менеджмента — М1 (высокая культура безопасности) – М3 (выполнение минимальных требований пожарной безопасности). Однако ни один из этих факторов не ранжирован, и их влияние на время начала эвакуации количественно не описано. Даже влияние такого фактора, как уровень организации (менеджмента), отображается лишь в смещении распределения плотности вероятности времени начала эвакуации, представленного в довольно общем виде (см. рис. 2).

Авторы — составители этого отчета постоянно указывают на то, что:

- данные, приведенные в достаточно многочисленных публикациях, имеют в основном качественный характер;
- данные распределения периода времени начала эвакуации для различных поведенческих сценариев в настоящее время очень ограничены;

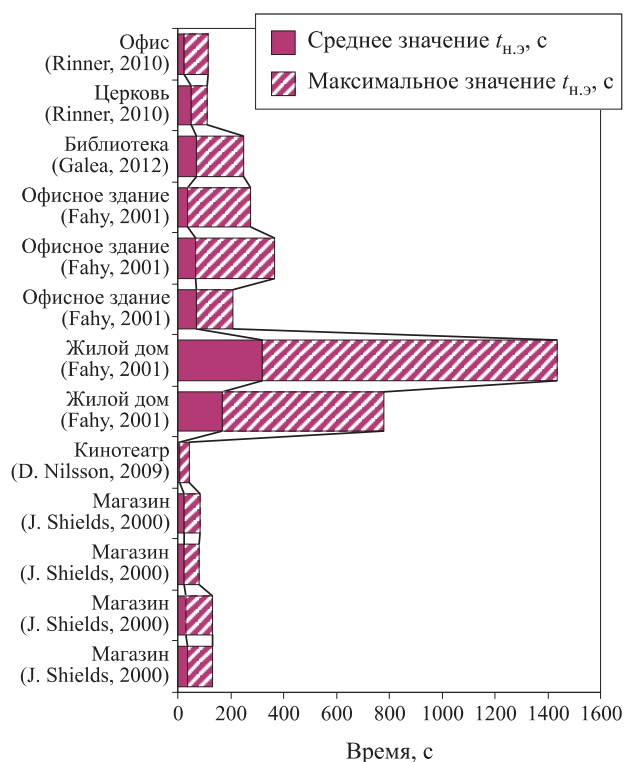


Рис. 4. Обобщение результатов исследований времени начала эвакуации, проведенных зарубежными авторами

- время реагирования на сигнал “эвакуация” и время подготовки к эвакуации зависят от состава людей в здании и от менеджмента;
- менеджмент, в свою очередь, может зависеть от “культурологических” особенностей населения (точнее сказать менталитета).

Авторы [21] делают вывод, что “разработчики моделей эвакуации и пользователи должны иметь развивающуюся информационную базу данных”. По-видимому, именно этим объясняется то, что они не проводят математического многофакторного анализа, необходимость которого представляется очевидной при таком обилии предполагаемых влияющих факторов. Однако они не указывают на необходимость планирования экспериментов в целях выявления основных факторов и оценки их взаимовлияния.

При этом вызывает недоумение допущенная составителями отчета некорректность распределений плотности вероятности случайных величин $t_{н.э}$ для различных уровней менеджмента (М1, М2, М3), представленных на рис. 2, поскольку при увеличении демонстрируемого ими разброса значений $t_{н.э}$ должно соответственно уменьшаться максимальное значение плотности вероятности для сохранения равенства площадей под кривой распределения (см. рис. 1).

Следует обратить внимание на принципиальное различие в назначении “начальной” точки отсчета времени начала эвакуации в сопоставляемых отечественных и зарубежных документах. И в ГОСТ 12.1.004–91*, и в Методике [19] отсчет интервала времени $t_{н.э}$ начинается с момента возникновения пожара, а в Британском стандарте и ISO/TR 16738 — с момента оповещения людей о пожаре. Таким образом, ситуации, когда системы оповещения не срабатывают (не функционируют по тем или иным причинам) или здания ими не оборудованы, что изначально предусматривается соответствующей формулировкой ГОСТ 12.1.004–91* (“без систем оповещения”), в зарубежных документах не рассматриваются, поскольку они “не могут быть определены”.

3. Развитие исследований времени начала эвакуации в Российской Федерации на основе методики натурных наблюдений

С введением строительными нормами и правилами по противопожарному проектированию [23], а затем и техническим регламентом [24] классификации зданий по функциональной пожарной опасности “с учетом возраста, физического состояния, возможности пребывания в состоянии сна, вида основного функционального контингента” [23, 24] требуется учитывать влияние этих факторов при установлении вида и числовых характеристик случайной величины времени начала эвакуации в зда-

ниях различного назначения. Малое количество эмпирических данных по поведению людей в период времени начала эвакуации в нашей стране, отсутствие полноценного многофакторного анализа данных зарубежных исследователей и невозможность их систематизации применительно к введенной классификации зданий по функциональной пожарной опасности позволяют характеризовать данные табл. П.5.1 Методики [19], скорее всего, как гипотетические, чем как практически достоверные. Это относится прежде всего к зданиям класса Ф1 с характерным для них разнообразным составом основного функционального контингента, некоторые виды которого никогда не исследовались не только в нашей стране, но и за рубежом.

Поэтому неудивительно, что приказ МЧС России от 12.12.2011 г. № 749 исключил из области расчетной оценки пожарных рисков здания классов Ф1.1 (здания детских дошкольных учреждений, домов для престарелых и инвалидов, больницы, здания спальных корпусов школ-интернатов и детских учреждений), Ф1.3 (многоквартирные жилые дома), Ф1.4 (одноквартирные, в том числе блокированные, жилые дома). Это сделало невозможным для групп зданий, соответствующих этим классам, проведение оценки их соответствия требованиям пожарной безопасности на основе пожарного риска. Такая ситуация продолжалась до появления приказа МЧС № 632 [25].

Отсутствие в нашей стране необходимых данных и столь решительная корректировка Методики [19] предопределили актуализацию проведения систематических экспериментальных исследований поведения людей в процессе их подготовки к началу эвакуации при случайной величине $t_{н.э}$, которые и были начаты сотрудниками кафедры пожарной безопасности в строительстве Академии ГПС МЧС России [26].

Поскольку оценка поведения людей в зданиях “без систем оповещения” была уже проведена ранее, то объектами изучения в [27–30] стали объекты, оборудованные СОУЭ, но не исследовавшиеся ранее ни в нашей стране, ни за рубежом. Эти обследования включают натурные наблюдения, проводимые по единой методологии, которая постоянно совершенствовалась на протяжении десятилетий, что было связано как с появлением новых средств и, соответственно, методов фиксации эмпирических данных, методов их статистической обработки [31], так и с выявлением их влияния на законы распределения фиксируемых эмпирических данных [32].

В настоящее время она включает ряд последовательных этапов:

- организацию и проведение натурных наблюдений происходящего процесса, ход которого фиксируется на цифровые видеокамеры;
- дешифровку полученных видеоматериалов с целью определения значений исследуемых параметров;
- статистическую обработку полученных эмпирических данных;
- статистический анализ полученных результатов;
- поиск теоретического объяснения выявленных эмпирических зависимостей.

Наглядное представление о методе видеофиксации наблюдаемого процесса эвакуации дает пример ее применения в зданиях детских садов для фиксации действий воспитателей и детей при подготовке к эвакуации и последующего движения их по участкам эвакуационных путей (рис. 5) [28].

К настоящему времени выполнено несколько десятков серий натурных наблюдений поведения людей в период до начала эвакуации в зданиях различного функционального назначения. Они дали достаточно большой объем эмпирических данных,

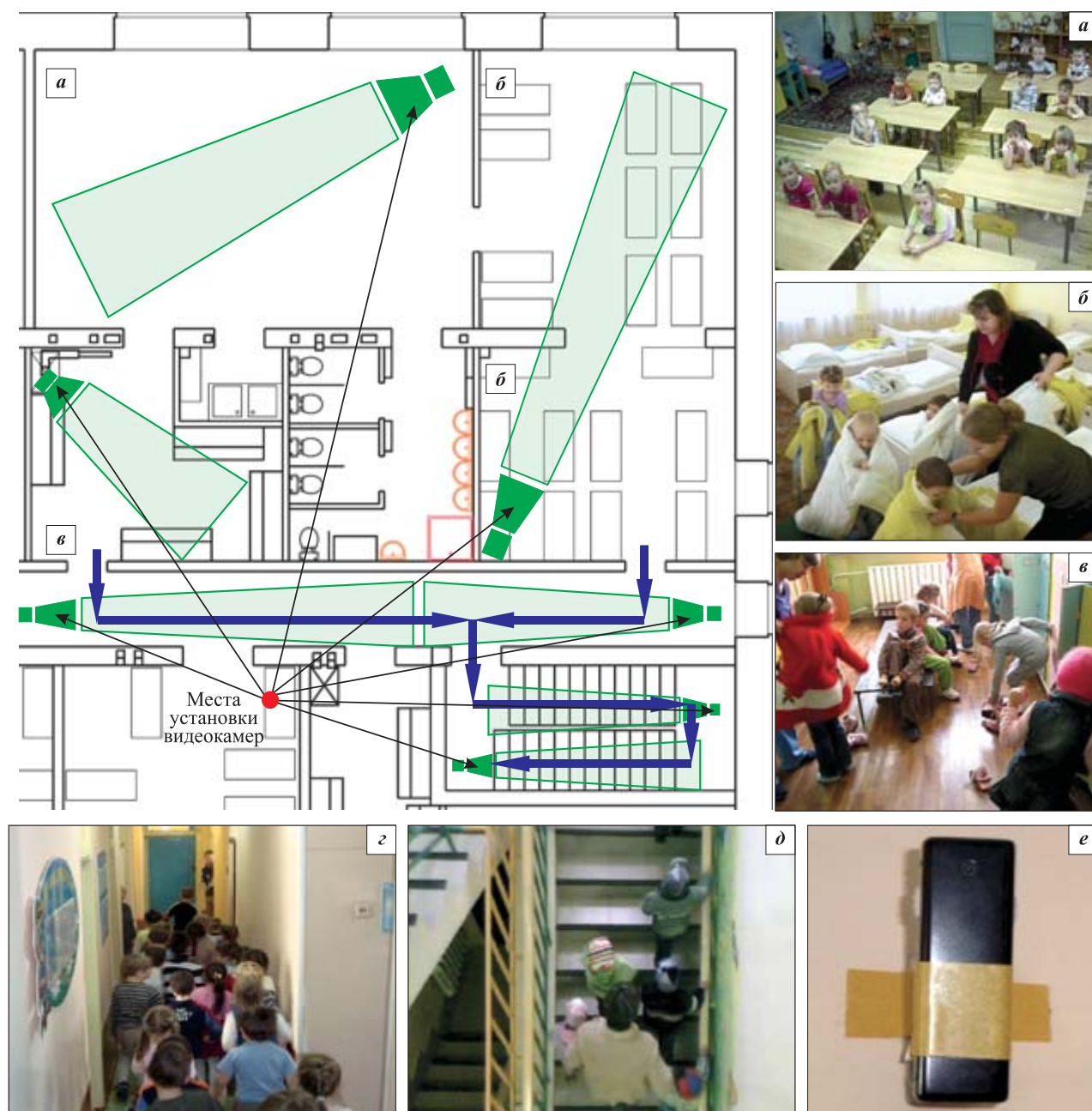


Рис. 5. Общая схема расстановки видеокамер в помещениях, на этаже и в лестничной клетке: *а* — реагирование детей на сигнал воспитателя о необходимости покинуть помещение; *б* — укутывание детей в спальные одеяла; *в* — одевание детей в зимнюю одежду; *г* — движение по горизонтальному пути; *д* — то же, по лестнице вверх; *е* — вид прикрепленного к конструкции видео-регистратора

который продолжает пополняться, что создает условия для формирования общей статистической базы данных. Однако более глубокая цель этих исследований состоит в статистически обоснованной дифференциации общей базы данных и в поисках психофизических механизмов формирования того или иного вида наблюдаемых распределений времени подготовки людей к началу эвакуации.

Этими исследованиями установлены характерные для всех видов обследованных зданий временные этапы формирования времени начала эвакуации людей, последовательность которых может быть описана общей формулой:

$$t_{н.э} = (t_{об} + t_{оп}) + t_o + t_{под}, \quad (2)$$

где $t_{об}$ — время обнаружения очага горения;

$t_{оп}$ — время оповещения, объявления тревоги;

t_o — интервал времени, необходимый человеку для осознания информации и оценки сложившейся ситуации;

$t_{под}$ — время на подготовку к эвакуации или к защите помещения от воздействия ОФП.

Здесь $(t_{об} + t_{оп})$ — техническая составляющая формирования времени начала эвакуации, зависящая от наличия СОУЭ, надежности, инерционности и эффективности функционирования ее различных типов.

Следующий этап поведения, затраты времени на который оцениваются величиной t_o , является специфическим для человека. В это время происходит перестройка эмоционального состояния человека от комфортно-спокойного, в котором он находится в процессе повседневной деятельности, к активному или повышенной активности [5, 33]. При этом человек сомневается в том, что действительно произошло такое редкое событие, как пожар, тем более когда он не видит явных признаков пожара, а только слышит сигнал СОУЭ, ведь возможна ложная тревога. Стремление человека перепроверить достоверность сигнала СОУЭ тем выше, чем больше его уверенность в пожарной безопасности здания, в котором он находится, и чем больше его ответственность за последствия ложной тревоги (финансовые, моральные потери, нецелесообразные усилия и т. п.). Такой аспект поведения неоднократно фиксировался при натурных наблюдениях на реальных объектах. Так, например, если персонал крупных торговых комплексов, непосредственно общающийся с покупателями, получив сигнал СОУЭ, выполняет инструкции, то среднее время начала организации эвакуации может составлять всего 17 с [34]. Однако, как показывают натурные наблюдения, более 60 % персонала, вместо того чтобы сразу же приступить к организации эвакуации покупателей, сначала связывается с вышестоящими менеджерами. Покупатели также, услышав сигнал СОУЭ, но не видя явных признаков

пожара, начинают активно эвакуироваться только после получения дополнительных указаний от персонала. Такую модель поведения подтвердил видеоанализ результатов эвакуации [34] 2644 покупателей в торговых комплексах: услышав сигналы СОУЭ, покупатели в подавляющем большинстве случаев не предпринимали попыток покинуть здание до тех пор, пока им не указали на это служащие.

Эти факты указывают на то, что и при наличии систем оповещения и управления эвакуацией в психологии людей сохраняется стремление принять личное решение на основании минимизации риска ложной тревоги [7]. При проведении натурных наблюдений в зданиях детских дошкольных учреждений (детских садов) также отмечаются факты подобного поведения людей, ответственных за организацию тренировочной эвакуации детей. Получив сигнал от системы оповещения и управления эвакуацией, которой оборудуются эти виды зданий, воспитатели, прежде чем дать команду детям срочно одеваться для последующего выхода, в большинстве случаев выглядывают в коридор, для того чтобы воочию ознакомиться со сложившейся обстановкой на ближайших подступах к выходу из групповой ячейки [28]. Приведенные факты говорят о том, что на этом этапе подготовки к началу эвакуации целесообразно оборудовать здания СОУЭ в комплексе с системами видеонаблюдения и голосовой связи центра управления эвакуацией и помещениями, в которых рассредоточен основной функциональный контингент. Это предусмотрено, например, в [17]. Этот комплекс систем можно назвать системой оперативного управления эвакуацией.

Для проверки эффективности оперативного управления подготовкой к началу эвакуации был проведен ряд экспериментов в учебных аудиториях Академии ГПС МЧС РФ, при которых руководство подготовкой слушателей к эвакуации осуществлялось преподавателем. Результаты этих экспериментов по данным [27] приведены на рис. 6.

Как видно из рис. 6, слушатели находятся в постоянной готовности к эвакуации после окончания очередной “пары” занятий. Гистограммы распределения вероятности времени начала эвакуации слушателей при трех типах команд преподавателя показывают явное уменьшение не только времени t_o , но и изменение дисперсии и математического ожидания величины $t_{под}$ при усугублении строгости управляющих команд как одного из видов менеджмента.

Следующий этап поведения людей — подготовка людей к эвакуации $t_{под}$ заканчивающаяся началом их движения в направлении к эвакуационным выходам из помещения. Для этого этапа решающее значение имеет способность людей к эвакуации,

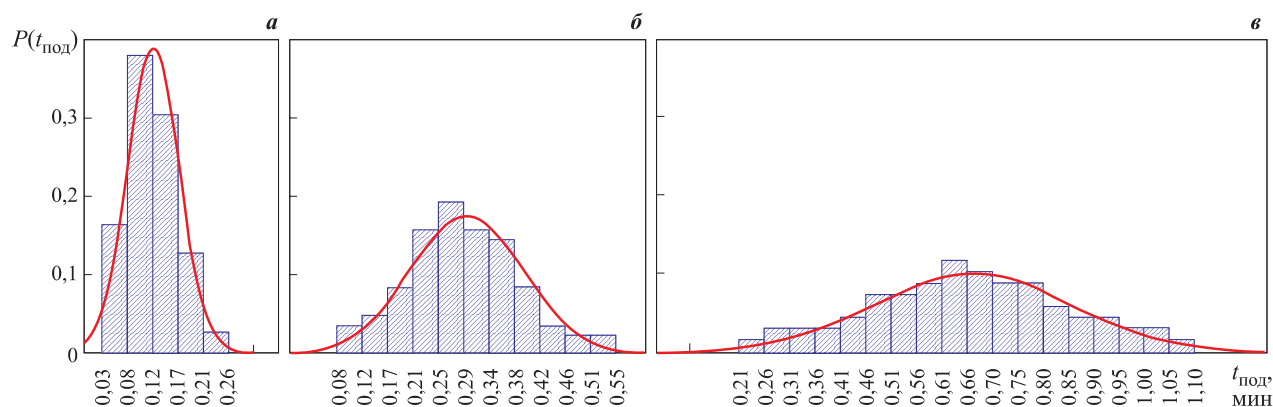


Рис. 6. Гистограммы плотности вероятности случайной величины времени подготовки студентов к эвакуации из помещений ($t_{\text{под}} = t_{\text{дв}}$) на примере зданий функциональной пожарной опасности класса Ф4.2 при различных командах преподавателя: а — “вставайте и быстро выходите, вещи оставить”, $f(t_{\text{под}}) = \frac{1}{0,04\sqrt{2\pi}} e^{-(t_{\text{под}}-0,12)^2/(2 \cdot 0,04^2)}$; б — “собирайте вещи и, не задерживаясь, выходите”, $f(t_{\text{под}}) = \frac{1}{0,09\sqrt{2\pi}} e^{-(t_{\text{под}}-0,29)^2/(2 \cdot 0,09^2)}$; в — “конец занятий”, $f(t_{\text{под}}) = \frac{1}{0,19\sqrt{2\pi}} e^{-(t_{\text{под}}-0,66)^2/(2 \cdot 0,19^2)}$

определяемая их физическим или психофизиологическим состоянием: имеется ли физическая возможность у людей эвакуироваться самостоятельно, или для этого требуется помощь других людей, или им необходимо постоянное постороннее руководство их поведением. К последней из выделенных категорий контингента людей относятся дети дошкольного возраста, для которых ни в одной стране мира не установлено не только время начала эвакуации, но и параметры движения образуемых ими потоков при одновременном нахождении большого числа детей в помещениях, например, детских садов. Именно поэтому детские сады, относящиеся к классу функциональной пожарной опасности зданий Ф1.1, стали одним из первых объектов натурных наблюдений.

Как показали натурные наблюдения, продолжительность этапа, описываемая затратами времени ($t_0 + t_{\text{под}}$), складывается из времени реагирования воспитателей t_0 на сигнал СОУЭ и времени, затрачиваемого на одевание детей и их сбор в одном месте групповой ячейки $t_{\text{под}}$. Только собрав всех одетых детей вместе, воспитатели начинали их выводить из помещения.

Гистограмма распределения времени реагирования воспитателей на сигнал СОУЭ приведена на рис. 7. Большой разброс значений времени реагирования воспитателей объясняется не только различием их индивидуальных психофизиологических качеств, но и тем, что многие из них, услышав сигнал системы оповещения, как отмечено выше, сначала пытаются выяснить обстоятельства происходящего события, вызвавшего подачу сигнала. Поскольку пока не просматривается перспектив оборудования зданий этого класса функциональной пожарной опасности системами оперативного управления эвакуа-

цией, в качестве расчетного значения t_0 придется принимать пессимистическое значение, составляющее не менее 1 мин.

Анализ результатов наблюдений времени начала эвакуации детей из помещений зданий дошкольных образовательных учреждений (ДОУ) показал весьма большие затраты времени $t_{\text{под}}$ на формирование группы, готовой к эвакуации в весенний, осенний и особенно в зимний период, когда значение $t_{\text{под}}$ может достигать 7,5 мин. Это связано прежде всего с длительностью переодевания детей из домашней в одежду для улицы (из-за опасения переохлаждения их организма). Естественно, что продолжительность этого этапа подготовки группы детей к эвакуации напрямую связана с количеством воспитателей (обычно 2 чел.). Сокращения затрат времени на этот этап можно достичь, заменив переодевание детей укутыванием их в одеяла [28]. Тогда значение $t_{\text{под}}$ мо-

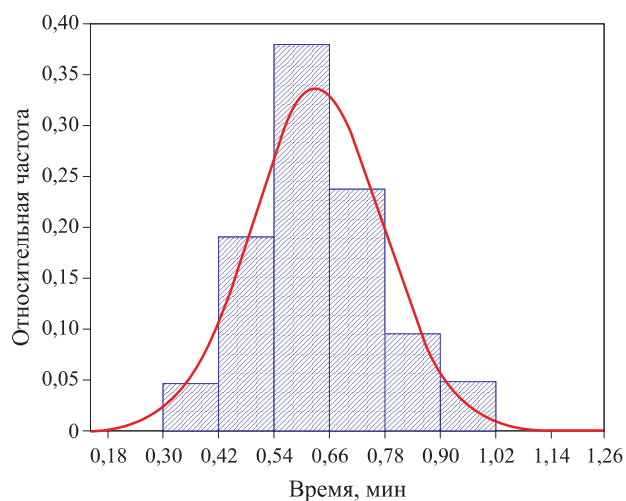


Рис. 7. Эмпирические распределения плотности вероятности времени реагирования воспитателей на сигнал СОУЭ

жет быть принято равным 1 мин, что приближает его к значению времени формирования группы в летний период, составляющему 0,5 мин.

Натурные наблюдения, проведенные в зданиях ДОО, показывают, что время начала эвакуации детей следует определять по их выходу из помещения групповой ячейки, так как, начав двигаться к выходам, дети, как правило, останавливаются и ожидают дополнительных указаний от персонала, поэтому собственное движение к эвакуационным выходам из здания начинается за пределами помещения.

Проведенными исследованиями установлена необходимость для этого класса зданий описывать время начала эвакуации равномерным законом распределения вероятности времени $t_{\text{под}}$. Подобная ситуация складывается и в многодетных семьях в жилых зданиях (Ф1.3, Ф1.4).

Однако для сложных семей необходимо учитывать, что в их составе могут быть пожилые люди — инвалиды, не всегда физически способные к самостоятельной эвакуации. Тем не менее ни один из существующих нормативных документов, содержащих требования обеспечения доступности зданий и сооружений для маломобильных групп населения, используя данные [35, 36], не учитывают их возрастного состава. Этот существенный недостаток объясняется простой причиной: к моменту создания этих документов удалось провести только первые натурные наблюдения потоков, состоящих из маломобильных людей [37–39]. На протяжении же последующих двух десятков лет ни одна из организаций не провела ни одного исследования, необходимого для пополнения первоначальных статистических данных. Поэтому естественно, что при организации комплекса исследований, начатых кафедрой пожарной безопасности в строительстве Академии ГПС МЧС России, здания с массовым пребыванием людей пожилого возраста и инвалидов (класса Ф1.1) стали объектами первоочередного внимания.

Эти исследования показали необходимость качественно иной по сравнению с существующей в нормативных документах классификации маломобильных людей, учитывающей физические возможности

престарелых людей для осуществления самостоятельной эвакуации (рис. 8).

Приведенная на рис. 8 схема показывает, что максимальное значение времени эвакуации будет определяться возможностями операций по перемещению персоналом людей, неспособных к самостоятельной эвакуации. Следовательно, его значение зависит от количества персонала и физических возможностей его состава, обоснованные расчетные показатели которых до последних лет отсутствовали. Их удалось впервые установить [30, 40] на основании понимания того, что для описания взаимосвязи между параметрами действия спасателей различного пола может быть использован психофизический закон [41].

Следует отметить, что составители отчета [21] Международной организации ISO не уделяют никакого внимания необходимости учета влияния присутствия пожилых людей и инвалидов в составе групп эвакуирующихся людей. Между тем, как показывают данные Международного бюро по исследованию населения (Population Reference Bureau) за 2011 г., процент людей старше 65 лет во всех странах мира возрастает. По прогнозам Всемирной организации здравоохранения к 2050 г. численность людей старше 60 лет в мире увеличится более чем в 2 раза, превысив 2 млрд. чел., а старше 85 лет достигнет рекордных 400 млн. чел. Очевидно, что среди них окажется большое количество инвалидов по старости. Мобильные возможности таких людей будут распределены аналогично схеме, приведенной на рис. 8. Большинство из них будут проживать, по-видимому, в жилых зданиях самостоятельно или в составе сложных семей, время начала эвакуации которых определяется готовностью всех членов семьи, поэтому значения $t_{\text{под}}$ следует принимать распределенными по равномерному закону, корректируя их с учетом физических возможностей пожилых людей.

Однако для жилых зданий, в которых возможно круглосуточное пребывание людей, как и в домах для престарелых и инвалидов и в зданиях стационаров больниц, наиболее напряженным периодом для расчета индивидуального пожарного риска является

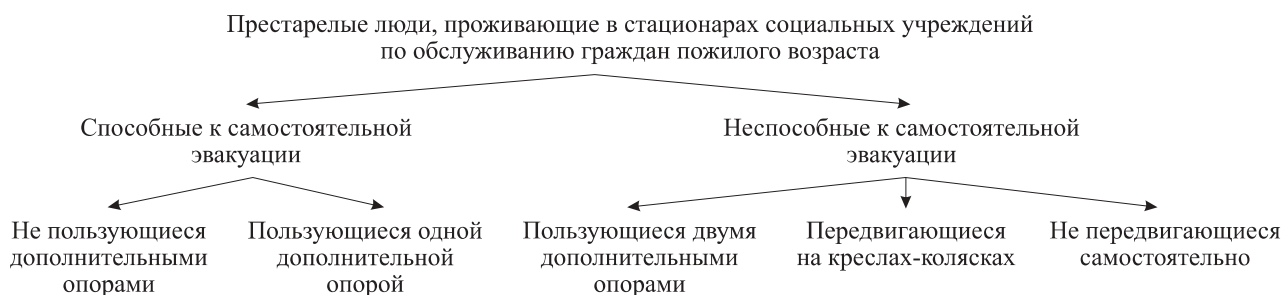


Рис. 8. Классификация по мобильным качествам людей, находящихся в стационарах социальных учреждений по обслуживанию граждан пожилого возраста

ся ночное время, когда люди находятся в состоянии сна. Именно для таких зданий, в которых люди могут находиться в состоянии ночного сна, корректно положение Методики [19]: “ $P_{пр}$ — вероятность присутствия людей в здании, определяемая из соотношения $P_{пр} = t_{функц} / 24$, где $t_{функц}$ — время нахождения людей в здании в часах”. Распространение этого положения представителями инспектирующих органов на другие классы зданий, которые могут функционировать круглосуточно (например, на здания крупных торговых комплексов), функционально неосостоятельно, так же как и возможное использование юридического казуса (случая) его неудачной формулировки в нормативном документе применительно к другим видам зданий, например к промышленным предприятиям, работающим в три смены, или к круглосуточно функционирующим городским туалетам. Эти здания функционируют круглосуточно, но возможность индивидуального круглосуточного пребывания в них человека исключается биоритмом его жизнедеятельности. Продолжительность его пребывания в таких зданиях должна определяться технологическими нормами их проектирования и общими санитарно-гигиеническими нормами.

Заключение

Исследования поведения людей в процессе формирования времени начала эвакуации показывают, что кардинальным принципом обеспечения безопасности эвакуации людей при пожаре является “ограничение образования и распространения опасных факторов пожара в пределах очага пожара” [42, ст. 8]. Ст. 61 Технического регламента о пожарной безопасности [24] указывает, что “автоматические установки пожаротушения должны обеспечивать... ликвидацию пожара в помещении до возникновения критических значений опасных факторов пожара”. Однако для этого необходима разработка инновационной автоматической системы пожаротушения с принудительным пуском, обеспечивающим время инерционности 3–7 с, в сочетании с контролируемой производительностью клапана системы удаления дыма, изменяющейся в соответствии с площадью развившегося пожара [29].

При отсутствии такой системы или при отказе автоматизированных систем противопожарной защиты [19] резерв времени [43] для обеспечения безопасной эвакуации заключается в сокращении времени ее начала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wood P. G. The behaviour of people in fires // Fire Research Note No. 953. — November 1972. — 113 p.
2. Breaux J., Canter D., Sime J. Psychological aspects of behaviour of people in fire situations // 5th International Fire Protection Seminar. — Karlsruhe, 22–24 September, 1976. — Vol. 2. — P. 22–24.
3. Marchant E. W. Some aspects of human behavior and escape route design // 5th International Fire Protection Seminar. — Karlsruhe, 22–24 September, 1976.
4. Bryan J. L. Smoke as a determinant of human behavior in fire situations. — Washington : Centre for Fire Research, National Bureau of Standards, 1977. — 304 p.
5. Холицевников В. В. Людские потоки в зданиях, сооружениях и на территории их комплексов : дис. ... д-ра техн. наук. — М. : МИСИ, 1983. — 442 с.
6. Холицевников В. В. Исследования людских потоков и методология нормирования эвакуации людей из зданий при пожаре : монография. — М. : МИПБ МВД России, 1999. — 93 с.
7. Леонов Ю. П. Теория статистических решений и психофизика : монография. — М. : Наука, 1977. — 223 с.
8. Quarantelli E. L. Panic behavior: some empirical observations. — Disaster Research Center, Ohio State University, July 1975.
9. Ленгдон-Томас Г. Дж. Пожарная безопасность в строительстве: Теория и практика / Пер. с англ. Д. С. Курочкиной, А. А. Новобытова. — М. : Стройиздат, 1977. — 256 с.
10. Барабаш В. Психология поведения при пожарах // Пожарное дело. — 1982. — № 3. — С. 15–17.
11. СНиП II-2–80. Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений. — Введ. 01.01.1982. — М. : Стройиздат, 1981. — 14 с.
12. Никонов С. А. Разработка мероприятий по организации эвакуации при пожарах в зданиях с массовым пребыванием людей на основе моделирования движения людских потоков : дис. ... канд. техн. наук. — М. : ВИПТШ МВД СССР, 1985.
13. PD 7974-6:2004. The application of fire safety engineering principles to fire safety design of buildings. Part 6: Human factors: Life safety strategies. Occupant evacuation, behaviour and condition (Sub-system 6). — BSi, 2004.
14. МГСН 4.19–2005. Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в городе Москве. — Введ. 28.12.2005 // Вестник Мэра и Правительства Москвы. — 2006. — № 7.

15. Холщевников В. В. Определение расчетного времени эвакуации людей : пособие для специалистов проектных и монтажных организаций, заказчиков, страховых компаний, инвесторов и контролирующих органов. — М. : ВАНКБ, Университет комплексных систем безопасности и инженерного обеспечения, 2004.
16. СТО 01422789-001-2009. Проектирование высотных зданий. — М. : ЦНИИЭП жилища, 2009. — 186 с.
17. СТО НОСТРОЙ 2.35.73-2012. Инженерные сети высотных зданий. Системы обеспечения комплексной безопасности высотных зданий и сооружений. — Введ. 22.06.2012. — М. : Изд-во БСТ, 2014. — 205 с.
18. Холщевников В. В., Кудрин И. С., Белосохов И. Р. Эвакуация людей при пожаре в высотных зданиях. Ч. 3 // Высотные здания. — 2012. — № 2. — С. 114–119.
19. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности. URL: <http://base.garant.ru/12169057/> (дата обращения: 10.03.2016).
20. Пособие по применению “Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности” / А. А. Абашкин и др. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : ВНИИПО, 2014. — 226 с.
21. ISO/TR 16738:2009. Fire-safety engineering — Technical information on methods for evaluating behaviour and movement of people. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:tr:16738:ed-1:v1:en> (дата обращения: 10.03.2016).
22. Fahy R. F., Proulx G. Toward creating a database on delay times to start evacuation and walking speeds for use in evacuation modeling // Proceedings of the 2nd International Conference on Human Behavior in Fire. — London : Interscience Communications Ltd., 2001.
23. СНиП 21-01-97*. Пожарная безопасность зданий и сооружений. — Введ. 01.01.1998. URL: <http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294854/4294854592.pdf> (дата обращения: 01.03.2016).
24. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федер. закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ // Собр. законодательства РФ. — 2012. — № 29, ст. 3997.
25. О внесении изменений в приказ МЧС России от 30.06.2009 № 382 : приказ МЧС России от 02.12.2015 № 632. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420324026> (дата обращения: 01.03.2016).
26. Холщевников В. В., Самошин Д. А., Белосохов И. Р., Истратов Р. Н., Кудрин И. С., Парфененко А. П. Парадоксы нормирования обеспечения безопасности людей при эвакуации из зданий и пути их устранения // Пожаровзрывобезопасность. — 2011. — Ч. 1. — Т. 20, № 3. — С. 41–51; Ч. 2. — Т. 20, № 4. — С. 31–39.
27. Белосохов И. Р. К проблеме формирования продолжительности времени начала эвакуации людей при пожаре // Технологии техносферной безопасности : интернет-журнал. — 2011. — Вып. 2(36). URL: <http://ipb.mos.ru/ttb/2011-2/2011-2.html> (дата обращения: 20.01.2016).
28. Парфененко А. П. Нормирование требований пожарной безопасности к эвакуационным путям и выходам в зданиях детских дошкольных образовательных учреждений : дис. ... канд. техн. наук. — М. : Академия ГПС МЧС России, 2012. — 153 с.
29. Кудрин И. С. Влияние параметров движения людских потоков при пожаре на объемно-планировочные решения высотных зданий : дис. ... канд. техн. наук. — М. : Академия ГПС МЧС России, 2013.
30. Истратов Р. Н. Нормирование требований пожарной безопасности к эвакуационным путям и выходам в стационарах социальных учреждений по обслуживанию граждан пожилого возраста : дис. ... канд. техн. наук. — М. : Академия ГПС МЧС России, 2014. — 160 с.
31. Холщевников В. В., Самошин Д. А., Исаевич И. И. Натурные наблюдения людских потоков : учебное пособие. — М. : Академия ГПС МЧС России, 2009. — 191 с.
32. Холщевников В. В. Влияние методов натурных наблюдений на определение числовых характеристик закона распределения расчетной величины скорости людского потока // Пожаровзрывобезопасность. — 2013. — Т. 22, № 8. — С. 71–80.
33. Волков П. П., Оксень В. Н. Информационное моделирование эмоциональных состояний. — Минск : Высшая школа, 1978. — 127 с.
34. Шильдс Т. Дж., Бойс К. Е., Самошин Д. А. Исследование эвакуации из торговых комплексов // Пожаровзрывобезопасность. — 2002. — Т. 11, № 6. — С. 57–66.
35. СП 59.13330.2012. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная ред. СНиП 35-01-2001. — Введ. 01.01.2013. URL: <http://base.garant.ru/70158682/> (дата обращения: 10.02.2016).

36. СП 35-101-2001. Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения. — Введ. 16.07.2001. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200023318> (дата обращения: 10.02.2016).
37. Кирюханцев Е. Е., Холицевников В. В., Шурин Е. Т. Первые экспериментальные исследования движения инвалидов в общем потоке // Безопасность людей при пожарах : сборник статей. — М. : ВИПТШ МВД РФ, 1999.
38. Шурин Е. Т., Самошин Д. А. Результаты экспериментов по определению некоторых параметров эвакуации немобильных людей при пожаре // Системы безопасности : 10-я науч.-техн. конф. — М. : Академия ГПС МВД РФ, 2001. — С. 114–117.
39. Самошин Д. А., Истратов Р. Н. Оценка мобильных качеств пациентов различных отделений городских клинических больниц // Пожаровзрывобезопасность. — 2011. — Т. 20, № 12. — С. 42–44.
40. 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.
41. Fechner G. Elemente der Psychophysik. — Auflagen, Leipzig, 1889.
42. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений : Федер. закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_95720/ (дата обращения: 10.02.2016).
43. Таранцев А. А. Методы расчетной оценки динамики пожаров в помещениях // Пожаровзрывобезопасность. — 2013. — Т. 22, № 3. — С. 82–85.

Материал поступил в редакцию 30 марта 2016 г.

Для цитирования: Самошин Д. А., Холицевников В. В. Проблемы нормирования времени начала эвакуации // Пожаровзрывобезопасность. — 2016. — Т. 25, № 5. — С. 37–51. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.05.37-51.

English

PROBLEMS OF REGULATION OF TIME TO START EVACUATION

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

KHOLSHCHEVNIKOV V. V., Doctor of Technical Sciences, Professor of Department of Complex Safety in Construction, Moscow State University of Civil Engineering (Yaroslavskoye Shosse, 26, Moscow, 129337, Russian Federation); Professor of Fire Safety in Construction Department, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation; e-mail address: reglament2004@mail.ru)

ABSTRACT

Lack of reliability and effectiveness of automatic fire protection systems of buildings and structures do not allow to fulfill the requirements of technical regulations on limitation of spread of fire hazards (OFP) by placing the focus of its occurrence. Beyond this room, OFP have such a broad distribution that, despite the normative mode of operation of fire protection systems, people are still a few dozen seconds to escape safely from the floor. So many years the maximum reduction the time to start their evacuation is an urgent task for scientists and regulatory bodies around the world.

The article analyzes the history of the regulation of the magnitude of the time to start evacuation in various regulations and the current state of affairs. The starting time of evacuation was examined for the first time after the survey of survivors of the fire in buildings (mostly residential) in the UK in the 70th of the last century and then continued in the U.S. and Canada. In our country the first studies were conducted in the 80th of the last century. Such studies, unfortunately, are occasionally held in other countries.

The main problems of application of this parameter in Russian practice is that people should wait some time before evacuation. It's indicated that the type of warning system influences the starting

time of evacuation, but the opposite way, i. e. the higher type of warning system, the start time of evacuation should be longer. This is due to the fact that with increasing type of warning system the complexity of the system, is growing which increases its inertia.

It is shown that incorrect normalization of the time to start evacuation of people leads to the prediction of the places the formation of clusters in an entirely different place that does not allow to ensure the safety of people during evacuation and leads to excessive costs during construction. There are presented the results of the active study in our country made in recent years in educational and scientific centre of problems of fire safety in construction of Academy of State Fire Service of Emercom of Russia. There are outlined the scientific-methodical principles and methods of the research, based on the concept of psychophysical conditionality of the probabilities of human behavior at the stage of formation of start time of evacuation.

Keywords: start time of evacuation; type of warning system; problems of regulation; regulatory requirements; distribution law.

REFERENCES

1. Wood P. G. The behaviour of people in fires. *Fire Research Note No. 953*, November 1972. 113 p.
2. Breau J., Canter D., Sime J. Psychological aspects of behaviour of people in fire situations. *5th International Fire Protection Seminar*, Karlsruhe, 22–24 September, 1976, vol. 2, pp. 22–24.
3. Marchant E. W. Some aspects of human behavior and escape route design. *5th International Fire Protection Seminar*, Karlsruhe, 22–24 September, 1976.
4. Bryan J. L. *Smoke as a determinant of human behavior in fire situations*. Washington, Centre for Fire Research, National Bureau of Standards, 1977. 304 p.
5. Kholshchevnikov V. V. *Lyudskiye potoki v zdaniyakh, sooruzheniyakh i na territorii ikh kompleksov. Dis. d-ra tekhn. nauk* [Human flows in buildings, structures and on adjoining territories. Dr. tech. sci. diss.]. Moscow, 1983. 442 p.
6. Kholshchevnikov V. V. *Issledovaniya lyudskikh potokov i metodologiya normirovaniya evakuatsii lyudey iz zdaniy pri pozhare* [Investigation human flows and valuation methodology evacuation of buildings in case of fire]. Moscow, Moscow Institute of Fire Safety of Ministry of the Interior of Russia, 1999. 93 p.
7. Leonov Yu. P. *Teoriya statisticheskikh resheniy i psikhofizika* [Statistical decision theory and psychophysics]. Moscow, Nauka Publ., 1997. 223 p.
8. Quarantelli E. L. *Panic behavior: some empirical observations*. Disaster Research Center, Ohio State University, July 1975.
9. Langdon-Thomas G. J. *Fire safety in buildings*. London, Jensen R., 1975. (Russ. ed.: Langdon-Thomas G. J. *Pozharnaya bezopasnost v stroitelstve: Teoriya i praktika*. Moscow, Stroyizdat Publ., 1977. 256 p.).
10. Barabash V. Psikhologiya povedeniya pri pozharakh [Psychology of behavior in fires]. *Pozharnoye delo — Fire Business*, 1982, no. 3, pp. 15–17.
11. *Construction norms and rules of Russian Federation II-2–80. Fire regulations for designing of buildings and structures*. Moscow, Stroyizdat Publ., 1981. 14 p. (in Russian).
12. Nikonov S. A. *Razrabotka meropriyatiy po organizatsii evakuatsii pri pozharakh v zdaniyakh s massovym prebyvaniyem lyudey na osnove modelirovaniya dvizheniya lyudskikh potokov. Dis. kand. tekhn. nauk* [Development of measures for the organization of evacuation in case of fires in buildings with mass stay of people based on the modeling of the movement of human flows. Cand. tech. sci. diss.]. Moscow, 1985.
13. PD 7974-6:2004. The application of fire safety engineering principles to fire safety design of buildings. Part 6: Human factors: Life safety strategies. Occupant evacuation, behaviour and condition (Sub-system 6). BSi, 2004.
14. Moscow city construction norms 4. 19–2005. Temporary regulations multifunctional design of highrise buildings and complexes of buildings in Moscow. *Vestnik Mera i Pravitelstva Moskvy — Statement of the Mayor and the Government of Moscow*, 2006, no. 7 (in Russian).
15. Kholshchevnikov V. V. *Opredeleniye raschetnogo vremeni evakuatsii lyudey. Posobiye dlya spetsialistov proyektnykh i montazhnykh organizatsiy, zakazchikov, strakhovykh kompaniy, investorov i kontroliruyushchikh organov* [Determining the estimated time of evacuation of people. Aid for design professionals and installation companies, customers, insurance companies, investors and regulatory authorities]. Moscow, WASCS, University of Complex Security Systems and Engineering Maintenance Publ., 2004.

16. Company's code 01422789-001–2009. Designing of high-rise buildings. Moscow, Central Research and Design Institute of Residential and Public Buildings Publ., 2009. 186 p. (in Russian).
17. Company's code of National Associate of Builders 2.35.73–2012. Higher buildings utilities. Integrated safety and security systems of high-rise buildings and constructions. Moscow, BST Publ., 2014. 205 p. (in Russian).
18. Kholshchevnikov V. V., Kudrin I. S., Belosokhov I. R. Evakuatsiya lyudey pri pozhare v vysotnykh zdaniyakh. Chast 3 [People evacuation in case of fire in high rise buildings. Part 3]. *Vysotnyye zdaniya — Tall Buildings*, 2012, no. 2, pp. 114–119.
19. The method for determining the estimated fire risk in buildings, structures and buildings of various classes of functional fire hazards. Available at: <http://base.garant.ru/12169057/> (Accessed 10 March 2016) (in Russian).
20. Abashkin A. A. et al. Aid on the use of the method for determining the estimated fire risk in buildings, structures and buildings of various classes of functional fire hazards. Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia Publ., 2014. 226 p. (in Russian).
21. ISO/TR 16738:2009. Fire-safety engineering — Technical information on methods for evaluating behaviour and movement of people. Available at: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:tr:16738:ed-1:v1:en> (Accessed 10 March 2016).
22. Fahy R. F., Proulx G. Toward creating a database on delay times to start evacuation and walking speeds for use in evacuation modeling. *Proceedings of the 2nd International Conference on Human Behavior in Fire*. Interscience Communications Ltd., London, 2001.
23. Construction norms and rules of Russian Federation II–2–80. Fire safety of buildings and works. Available at: <http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294854/4294854592.pdf> (Accessed 1 March 2016) (in Russian).
24. Technical regulations on fire safety requirements. Federal Law of Russian Federation on 22.07.2008 No. 123. *Sobraniye zakonodatelstva RF — Collection of Laws of the Russian Federation*, 2012, no. 29, art. 3997 (in Russian).
25. *On amendments to the order of Emercom of Russia on 30.06.2009 no. 382*. Order of Emercom of Russia on 02.12.2015 no. 632. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/420324026> (Accessed 1 March 2016) (in Russian).
26. Kholshchevnikov V. V., Samoshin D. A., Belosokhov I. R., Istratov R. N., Kudrin I. S., Parfenenko A. P. Paradoxy normirovaniya obespecheniya bezopasnosti lyudey pri evakuatsii iz zdaniy i puti ikh ustraneniya [The paradoxes of safe buildings evacuation regulations and their resolution]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2011, part 1, vol. 20, no. 3, pp. 41–51; part 2, vol. 20, no. 4, pp. 31–39.
27. Belosokhov I. R. K probleme formirovaniya prodolzhitelnosti vremeni nachala evakuatsii lyudey pri pozhare [The problem of forming the duration of pre-movement time of people in case of fire]. *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti. Internet-zhurnal — Technologies of Technosphere Safety. Internet-Journal*, 2011, issue 2(36). Available at: <http://ipb.mos.ru/ttb/2011-2/2011-2.html> (Accessed 20 January 2016) (in Russian).
28. Parfenenko A. P. *Normirovaniye trebovaniy pozharной bezopasnosti k evakuatsionnym putyam i vykhodam v zdaniyakh detskikh doskolnykh obrazovatelnykh uchrezhdeniy. Dis. kand. tekhn. nauk* [Regulating fire safety requirements for escape routes and exits from child care centre buildings. Cand. tech. sci. diss.]. Moscow, 2012. 153 p.
29. Kudrin I. S. *Vliyaniye parametrov dvizheniya lyudskikh potokov pri pozhare na obyemno-planirovochnyye resheniya vysotnykh zdaniy. Dis. kand. tekhn. nauk* [The influence of parameters of movement flows of people in a fire on the space planning of high-rise buildings. Cand tech. sci. diss.]. Moscow, 2013.
30. Istratov R. N. *Normirovaniye trebovaniy pozharной bezopasnosti k evakuatsionnym putyam i vykhodam v statsionarakh sotsialnykh uchrezhdeniy po obsluzhivaniyu grazhdan pozhilogo vozrasta. Dis. kand. tekhn. nauk* [Regulating fire safety requirements for escape routes and exits from hospitals social service agencies for senior citizens. Cand tech. sci. diss.]. Moscow, 2014. 160 p.
31. Kholshchevnikov V. V., Samoshin D. A., Isaevich I. I. *Naturnyye nablyudeniya lyudskikh potokov* [Observations human flows]. Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., 2009. 191 p.
32. Kholshchevnikov V. V. Vliyaniye metodov naturnykh nablyudeniya na opredeleniye chislovykh kharakteristik zakona raspredeleniya raschetnoy velichiny skorosti lyudskogo potoka [The effect of field observation methods on determining numeric characteristics of the law of human flow velocity distribution]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2013, vol. 22, no. 8, pp. 71–80.

33. Volkov P. P., Oksen V. N. *Informatsionnoye modelirovaniye emotsionalnykh sostoyaniy* [Informational modeling of emotional condition]. Minsk, Vysshaya shkola Publ., 1978. 127 p.
34. Shields T. J., Boyce K. E., Samoshin D. A. Issledovaniye evakuatsii krupnykh torgovykh kompleksov. [Study of evacuation from retail stores]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2002, vol. 11, no. 6, pp. 57–66.
35. Set of rules 59.13330.2012. Accessibility of buildings and structures for persons with disabilities and persons with reduced mobility. Available at: <http://base.garant.ru/70158682/> (Accessed 10 February 2016) (in Russian).
36. Set of rules 35-101-2001. Design of buildings and structures accessible for physically handicapped persons. Common regulations. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200023318> (Accessed 10 February 2016) (in Russian).
37. Kiryukhantsev E. E., Kholshchevnikov V. V., Shurin E. T. Pervyye eksperimentalnyye issledovaniya dvizheniya invalidov v obshchem potoke [The first experimental study of the disability movement in the general flow]. *Bezopasnost lyudey pri pozharakh: sbornik statey* [The safety of people in fires. Collection of articles]. Moscow, State Fire Academy of Ministry of Interior of Russia Publ., 1999.
38. Shurin E. T., Samoshin D. A. Rezultaty eksperimentov po opredeleniyu nekotorykh parametrov evakuatsii nemobilnykh lyudey pri pozhare [The results of experiments to determine some parameters of evacuation of immobile people in a fire]. *Sistemy bezopasnosti. 10-ya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya* [Safety Systems. 10th Scientific and Technical Conference]. Moscow, State Fire Academy of Ministry of Interior of Russia Publ., 2001, pp. 114–117.
39. Samoshin D. A., Istratov R. N. Otsenka mobilnykh kachestv patsiyentov razlichnykh otdeleniy gorodskikh klinicheskikh bolnits [An evaluation of patient's mobile characteristics in the different departments of the city hospitals]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2011, vol. 20, no. 12, pp. 42–44.
40. Istratov R. N. Issledovaniye vozmozhnostey spaseniya pri pozhare nemobilnykh lyudey iz statsionarov lechenno-profilakticheskikh i sotsialnykh uchrezhdeniy [Study on rescue possibilities of immobile people from medical and social institutions in case of fire]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2014, vol. 23, no. 6, pp. 54–63.
41. Fechner G. *Elemente der Psychophysik*. Auflagen, Leipzig, 1889.
42. Technical regulations on safety of buildings and structures. Federal Law of Russian Federation on 30.12.2009 No. 384. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_95720/ (Accessed 10 February 2016) (in Russian).
43. Tarantsev A. A. Metody raschetnoy otsenki dinamiki pozharov v pomeshcheniyakh [Estimation methods of fire dynamics in premises]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2013, vol. 22, no. 3, pp. 82–85.

For citation: Samoshin D. A., Kholshchevnikov V. V. Problemy normirovaniya vremeni nachala evakuatsii [Problems of regulation of time to start evacuation]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2016, vol. 25, no. 5, pp. 37–51. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.05.37-51.