

**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)

**С. В. СЛЮСАРЕВ**, адъюнкт кафедры пожарной безопасности в строительстве, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: slyusarev91@inbox.ru)

**А. ФАН**, адъюнкт кафедры пожарной безопасности в строительстве, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4)

УДК 614.842.65.001.24(043.7)

## ИССЛЕДОВАНИЯ ВРЕМЕНИ НАЧАЛА ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ, НАХОДЯЩИХСЯ В СОСТОЯНИИ СНА, ИЗ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ И ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Проведен анализ отечественных и зарубежных исследований времени начала эвакуации. Показано, что в настоящее время нет единой концепции по нормированию данного параметра. Проведены экспериментальные исследования поведения людей с различными физическими возможностями в процессе их подготовки к началу эвакуации в зданиях специализированных учреждений для инвалидов, в общежитии вуза и жилых зданиях. Установлено, что на формирование исследуемой характеристики наибольшее влияние оказывают два фактора — мобильность основного функционального контингента и наличие персонала, причем второй является наиболее значимым. Впервые создана представительная база статистических данных значений времени начала эвакуации в ночное время из зданий с наиболее сложным основным функциональным контингентом, достоверность которой опирается на выверенные методы натуральных наблюдений и методы статистического анализа.

**Ключевые слова:** время начала эвакуации; маломобильные группы населения; специализированные учреждения для инвалидов; общежитие; жилые здания.

**DOI:** 10.18322/PVB.2016.25.08.58-67

### Введение

С вводом дифференциации зданий по функциональной пожарной опасности [1, 2], в зависимости от того, “в какой мере безопасность людей в них в случае возникновения пожара находится под угрозой... с учетом физического состояния, возможности пребывания в состоянии сна, вида основного функционального контингента и его количества” [1, п. 5.20], и с установлением “интервала времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей  $t_{н,э}$ ” (ГОСТ 12.1.004–91\*, п. 2.4) противопожарное нормирование потребовало обоснованных данных для нормирования параметра  $t_{н,э}$  для зданий, в которых люди с различными физическими возможностями могут находиться в состоянии сна. К ним относятся здания классов Ф1.1 и Ф1.3 (Ф1.4). Однако такие данные в Методике определения расчетных величин пожарного риска [3] отсутствуют. Не удается обнаружить их и в специальных технических условиях (СТУ), разрабатываемых в соответствии с требованиями [2] на отдельные виды зданий.

Причина такого положения состоит в том, что в нашей стране практически не проводились исследования эвакуации людей из зданий в ночное время, хотя именно в состоянии сна человек наиболее уязвим [4]. Между тем известно [5], что, например, в 2012 г. в нашей стране погибли в ночное время 5160 чел., из них 2244 находились в состоянии сна.

Анализ зарубежных исследований показывает, что были проведены исследования времени начала эвакуации из жилых зданий [6], торговых комплексов [7], кинотеатров [8], офисов и жилых домов [9], библиотек [10], зданий Всемирного торгового центра после террористической атаки 2001 г. [11, 12] и даже из поездов [13]. Кроме того, внимание уделялось особенностям моделирования времени начала эвакуации [14] и времени принятия решения [15], а также факторам, определяющим выбор стратегии поведения в начальной стадии развития пожара [16]. Была проведена серия экспериментов, направленных на анализ “культурологических” (по заявлению авторов) особенностей людей при эвакуации [17],

необходимости правдивых сообщений о пожаре [18] и в целом особенностей построения систем оповещения о пожаре [19]. В работе [20] рассматривалось влияние времени начала эвакуации  $t_{н.э}$  на характеристики процесса эвакуации людей.

Однако, судя по попыткам обобщения данных в работе [21] и в международном стандарте [22], результаты носят противоречивый характер, а некоторые из них не объяснимы, что и определяет представление в ISO TR 16738 максимальных значений  $t_{н.э}$ , соответствующих 99-му процентилю, т. е. значения, не входящие в него, исключаются как недостоверные.

Отсутствие в нашей стране и за рубежом исходной эмпирической базы данных, необходимых для нормирования параметра  $t_{н.э}$ , определило актуальность [23] проведения систематических экспериментальных исследований поведения людей в процессе их подготовки к началу эвакуации из зданий классов Ф1.1 и Ф1.3 (Ф1.4) в ночное время, когда большинство людей находится в состоянии сна. Такие исследования были начаты сотрудниками кафедры пожарной безопасности в строительстве Академии ГПС МЧС России.

Сон — иное, нежели бодрствование, состояние высшей нервной деятельности, характеризующееся пониженной реакцией на окружающий мир (именно пониженная реакция и обуславливает повышенные значения времени начала эвакуации [24]). В результате исследований [25] установлено, что в процессе сна человека выделяются две существенно различающиеся фазы, называемые медленным и быстрым сном. Ночной сон состоит из 4–5 циклов. Каждый цикл включает в себя следующие стадии: 1-я стадия занимает 5–10 % от общего времени сна, 2-я — 40–50 %, 3–4-я — 20–25 % (дельта-сон), 5-я — 17–25 % (быстрый сон). Каждый цикл длится около 90–100 мин.

В фазе медленного сна (стадии 1–4) наиболее опасным с точки зрения пожарной безопасности является дельта-сон, для которого характерно появление на электроэнцефалограмме головного мозга высокоамплитудных медленных волн (дельта-волн). Состояние человека характеризуется максимальным игнорированием сигналов из внешнего мира, высоким порогом пробуждения и длительным включением во внешнюю среду. Следует отметить, что дельта-сон преобладает в первую половину ночи. Последней стадией в цикле сна является быстрый сон, характеризующийся активацией вегетативной нервной системы и усилением кровоснабжения мозга. Пробуждение в этой стадии происходит относительно легко.

Достаточно очевидно, что исследования эвакуации в ночное время имеют этические ограничения, а для людей с ограниченными возможностями сопряжены и с серьезным риском для их здоровья.

В связи с этим возможность проведения экспериментов существенно ограничена, а в ряде случаев вообще запрещается проводить их по медицинским показаниям. По этим причинам значительно ограничен объем эмпирических данных и глубина проработки этой проблемы.

Натурные наблюдения и эксперименты, выполненные сотрудниками кафедры пожарной безопасности в строительстве Академии ГПС МЧС России, проводились в стационаре протезно-ортопедического учреждения, в спальнях корпуса школ-интернатов для здоровых детей и детей с врожденными нарушениями психики. Эксперименты также проводились в ночное время в общежитии вуза и в двух жилых зданиях г. Ханоя (Республика Вьетнам).

### Методика проведения экспериментов и первичная статистическая обработка эмпирических данных

Предыдущими исследованиями [26, 27] установлено, что время начала эвакуации определяется затратами времени на нескольких этапах:

$$t_{н.э} = (t_{об} + t_{оп}) + t_o + t_{под}, \quad (1)$$

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 опасных факторов пожара.

При наличии и функционировании в здании систем пожарной автоматики сумма  $t_{об} + t_{оп}$  представляет собой техническую инерционность систем, зависящую от функционирования элементов систем обнаружения пожара и системы оповещения о пожаре.

В зданиях с пребыванием детей и подростков продолжительность этапа, описываемая затратами времени  $t_o + t_{под}$ , складывается из времени реагирования воспитателей  $t_o$  на сигнал СОУЭ и времени, затрачиваемого на одевание детей и их сбор в одном месте групповой ячейки  $t_{под}$ .

Для сбора эмпирических данных использовалась методика проведения экспериментов при помощи киносъемки [28–30], отработанная в последнее время с применением современной видеозаписывающей аппаратуры [26, 31, 32]. Видеозаписывающая аппаратура (как правило, регистраторы “DOD F900LS”) устанавливалась незаметно перед началом эксперимента в палатах (спальных помещениях) и включалась на запись. При подаче сигнала голосом “Пожар! Срочно покинуть здание” в палатах включался свет



**Рис. 1.** Подготовка к эвакуации из палаты стационара протезно-ортопедического учреждения в ночное время при включенном освещении по сигналу о пожаре в разные моменты времени: *а* — 48 с; *б* — 62 с

и проводилась видеофиксация длительности подготовки к эвакуации (рис. 1 и 2).

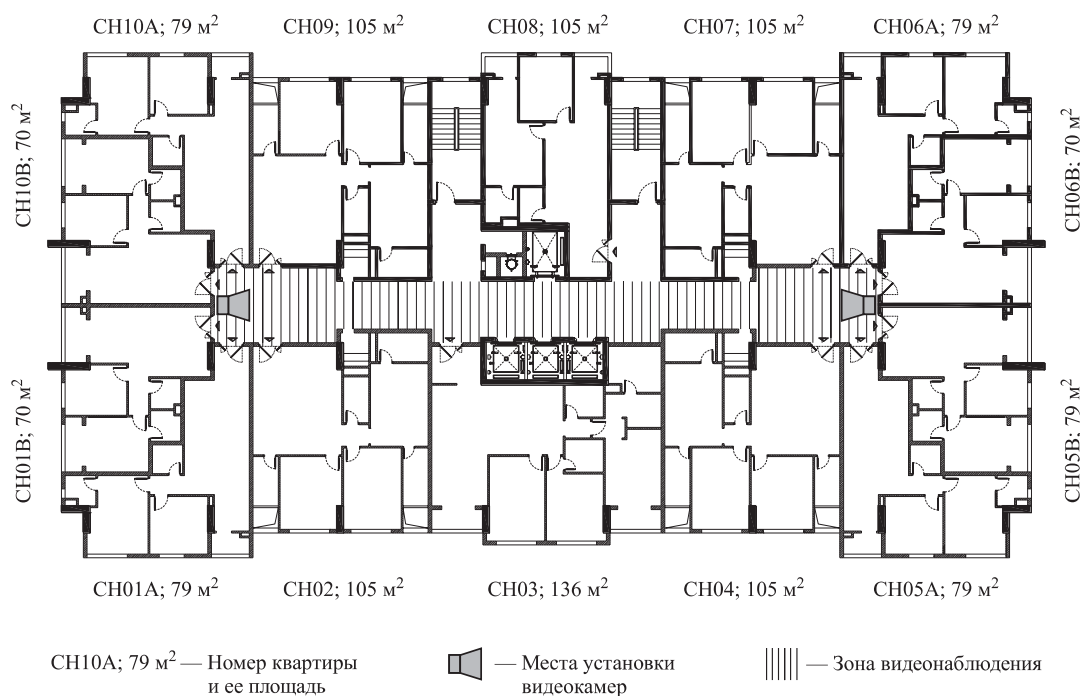
В случае если исследования проводились в общежитии или в жилом доме, видеокамеры устанавливались в коридорах здания (рис. 3). Это обусловлено тем, что в жилом здании и общежитии количество помещений превышало 300 и установить в каждом из них камеру не было практической возможности. Информация о пожаре транслировалась с помощью системы оповещения. В этих случаях фиксировались



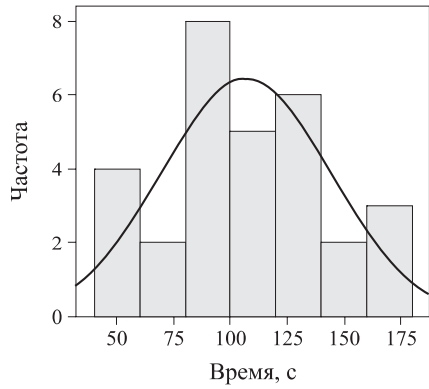
**Рис. 2.** Подготовка к эвакуации из спального помещения детского дома-интерната в ночное время при включенном освещении по сигналу о пожаре: *а* — пробуждение детей; *б* — одевание

значения  $t_{н.э}$  для каждого человека, выходящего из помещения.

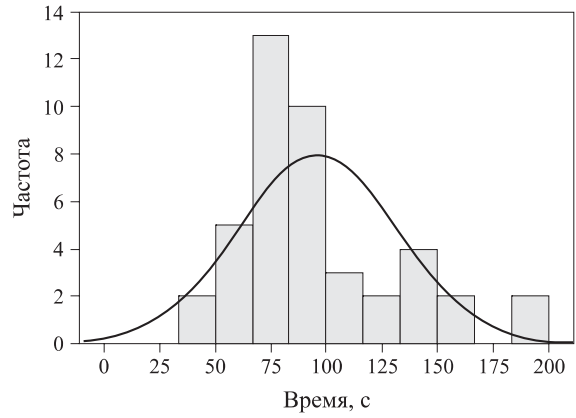
Таким образом, в рамках настоящего исследования измерялся интервал времени  $t_o + t_{под}$ , а для жилых зданий и общежития — интервал времени  $t_o + t_{под} + t_{дв}$  (где  $t_{дв}$  — время движения от начального места нахождения человека до выхода из квартиры, макси-



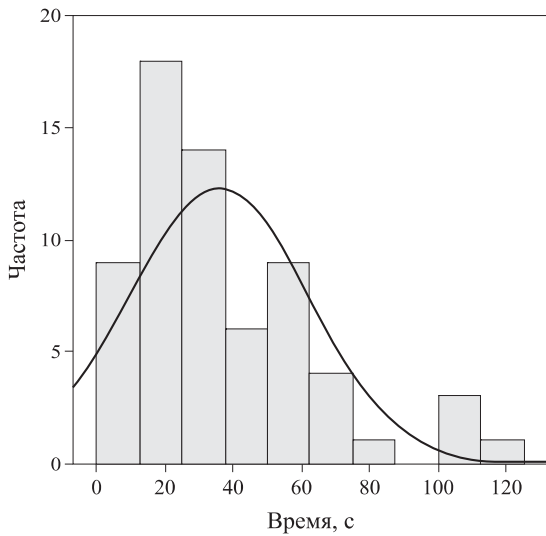
**Рис. 3.** План типового этажа жилого здания и места установки видеокамер



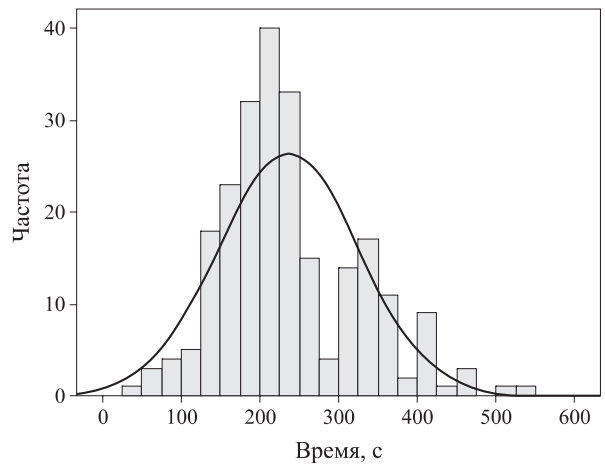
**Рис. 4.** Гистограмма распределения времени реакции и подготовки людей к эвакуации ( $t_o + t_{под}$ ) из палаты протезно-ортопедической стационара (математическое ожидание  $\mu = 106,7$  с; среднеквадратическое отклонение  $\sigma = 37,3$  с; процентиль P99 = 177,7 с) при количестве наблюдений 30



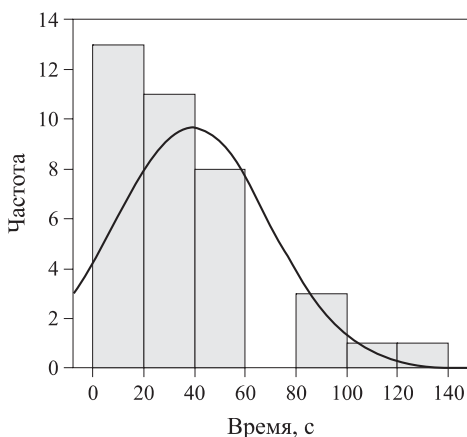
**Рис. 7.** Гистограммы распределения времени реакции и подготовки к эвакуации ( $t_o + t_{под}$ ) из школы-интерната здоровых детей [27] ( $\mu = 95,9$  с;  $\sigma = 36,1$  с; P99 = 188,7 с) при количестве наблюдений 45



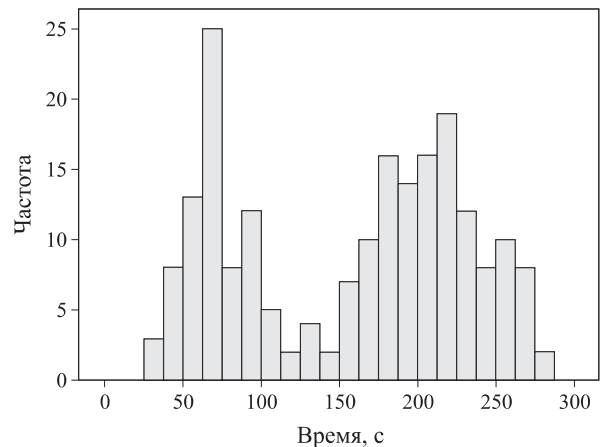
**Рис. 5.** Гистограммы распределения времени реакции и подготовки к эвакуации ( $t_o + t_{под}$ ) из школы-интерната детей с ограниченными возможностями ДИ-1 [27] ( $\mu = 35,7$  с;  $\sigma = 26,4$  с; P99 = 110,4 с) при количестве наблюдений 65



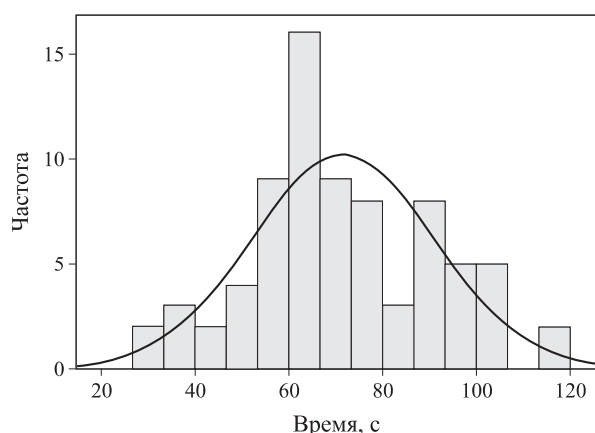
**Рис. 8.** Гистограмма распределения времени реакции, подготовки людей к эвакуации и движения в пределах квартир ( $t_o + t_{под} + t_{дв}$ ) в общежитии ( $\mu = 236,1$  с;  $\sigma = 89,6$  с; P99 = 472,64 с) при количестве наблюдений 325



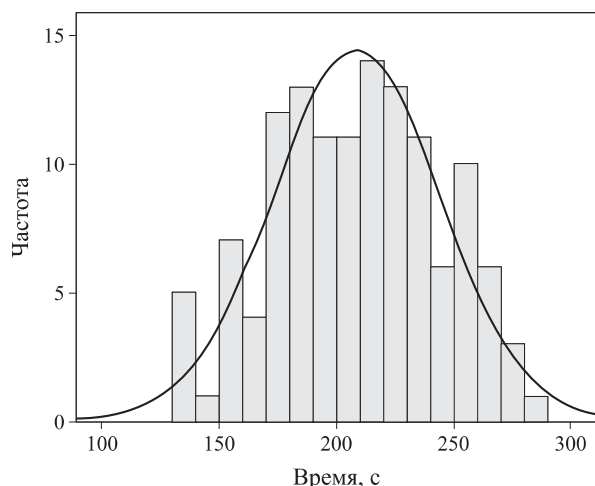
**Рис. 6.** Гистограммы распределения времени реакции и подготовки к эвакуации ( $t_o + t_{под}$ ) из школы-интерната детей с ограниченными возможностями ДИ-2 [34] ( $\mu = 39,1$  с;  $\sigma = 30,6$  с; P99 = 125,0 с) при количестве наблюдений 37



**Рис. 9.** Гистограмма распределения времени реакции, подготовки людей к эвакуации и движения в пределах квартир ( $t_o + t_{под} + t_{дв}$ ) в жилых зданиях в г. Ханой ( $\mu = 157,6$  с;  $\sigma = 73,1$  с) при количестве наблюдений 204 и 95 %-ном доверительном интервале для среднего значения: нижняя граница — 147,5 с, верхняя — 167,7 с



**Рис. 10.** Гистограмма распределения времени реакции, подготовки к эвакуации и движения в пределах квартир ( $t_0 + t_{\text{под}} + t_{\text{дв}}$ ) людей, составляющих *молодую семью* (1–2 члена), в жилых зданиях в г. Ханой ( $\mu = 71,4$  с;  $\sigma = 20,9$  с) при количестве наблюдений 76 и 95 %-ном доверительном интервале для среднего значения: нижняя граница — 67,0 с, верхняя — 76,1 с



**Рис. 11.** Гистограмма распределения времени реакции, подготовки к эвакуации и движения в пределах квартир ( $t_0 + t_{\text{под}} + t_{\text{дв}}$ ) людей, составляющих *сформировавшуюся семью* (3 члена и более), в жилых зданиях в г. Ханой ( $\mu = 208,1$  с;  $\sigma = 35,6$  с) при количестве наблюдений 128 и 95 %-ном доверительном интервале для среднего значения: нижняя граница — 202,4 с, верхняя — 214,8 с

мальные значения которого не превышали 0,3 мин). Следует отметить, что для зданий с наличием дежурного персонала, играющего ключевую роль в организации эвакуации, время его реагирования на сигнал о пожаре  $t_0$  не исследовалось. Представляется весьма актуальным на последующих этапах исследования установить значения, характеризующие этот параметр.

После проведения эксперимента и его видеосъемки осуществлялась дешифровка снятых кадров по времени наблюдения за людьми [33], составлялись соответствующие вариационные ряды, опреде-

лялась однородность статистических совокупностей, полученных в каждой из серий видеонаблюдений.

Гистограммы распределений значений времени начала эвакуации, полученные в результате экспериментов, приведены на рис. 4–9.

На гистограмме распределения значений времени реакции и подготовки людей к эвакуации и движения в пределах квартир (см. рис. 9) видно два характерных пика значений. Дальнейший анализ данных показал, что характерная форма гистограммы обусловлена численностью семей, среди которых можно выделить две характерные группы: молодую семью (из 2 членов) и сформировавшуюся семью (из 3 членов и более). Проверка выборочных совокупностей на однородность показала, что при выбранных уровнях значимости различия между ними существенны, т. е. они не могут быть объединены. В связи с этим общий полученный массив данных был разделен по признаку “численность семьи” (рис. 10 и 11).

### Анализ факторов, оказывающих влияние на время подготовки людей к эвакуации

Сопоставление гистограмм, представленных на рис. 4–6 и рис. 7–8, выявляет их общую особенность, которая заключается в следующем. Как видно, момент начала самостоятельного выхода (т. е.  $t_{\text{н.э}} = (t_{\text{об}} + t_{\text{оп}}) + t_0 + t_{\text{под}}$ ) больных людей из палат протезно-ортопедического стационара наступает раньше, чем момент начала выхода из комнат общежития, так же как и момент начала выхода из спальных помещений детей с ограниченными возможностями наступает раньше, чем момент выхода здоровых детей. Как истолковать этот факт?

Этот факт может быть объяснен тем, что болеющие люди подсознательно находятся в состоянии постоянного ожидания возникновения ситуации, словно заранее оповещены об этом, затраты времени на выход из которой будут для них сопряжены с чрезвычайными физическими усилиями. К тому же медицинский персонал, принимавший участие в проведенных экспериментах, оказывал стимулирующее воздействие на подготовку людей к началу эвакуации (как это и должно быть в реальных ситуациях).

Здоровые же люди находятся (тем более в состоянии сна) в комфортно-спокойном состоянии [28, 35]. Тот факт, что в экспериментах, проведенных в жилых зданиях Вьетнама, приняли участие лишь 28,3 % от общего числа жильцов, говорит о том, что их организаторы не смогли оказать на них влияния, эквивалентного влиянию медперсонала в стационарах. (По объяснениям оставшихся в квартирах людей они проигнорировали сигнал о пожаре, решив, что это одно из очередных учений, которые проводятся

во Вьетнаме достаточно часто.) Установлено, что средние затраты времени на этом этапе для сформировавшейся семьи (включающей в себя пожилых людей) почти в 3 раза выше, чем для молодой семьи, состоящей из 2 чел.

Эти наблюдения подтверждают гипотезу о том, что расчетные значения параметров людских потоков при эвакуации из жилых зданий следует устанавливать по значениям скорости движения наименее мобильных членов семейных групп.

### Заключение

Проведенные исследования позволили впервые создать представительную базу статистических данных по времени начала эвакуации в ночное время из зданий с наиболее сложным основным функциональным контингентом, достоверность которой опирается на выверенные методы натурных наблюдений и методы статистического анализа.

Эксперименты, связанные с исследованием времени подготовки к эвакуации в ночное время из зданий различных классов функциональной пожарной опасности, позволяют в рамках настоящего иссле-

дования выявить два основных фактора, существенно влияющих на продолжительность этого этапа.

Время подготовки к эвакуации людей с ограниченными возможностями (для той их части, которая в принципе может самостоятельно эвакуироваться) меньше, чем для здоровых людей. Это обусловлено их внутренним осознанием своей уязвимости, что вынуждает их острее и глубже реагировать на сигнал возникновения чрезвычайной ситуации, чем и обуславливаются относительно невысокие значения времени подготовки к эвакуации.

Второй особенностью, наиболее важной для нормирования времени начала эвакуации, является влияние на этот параметр персонала. Судя по полученным данным, наличие на объекте персонала оказывает существенно большее влияние на величину  $t_{н.э}$ , чем наличие или отсутствие ограничений функций организма.

Следует считать подтвержденной гипотезу о необходимости нормировать параметры людских потоков при эвакуации из жилых зданий по значениям скорости движения наименее мобильных членов семейных групп.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. — Введ. 01.01.1998. — М. : ГУП ЦПП, 1997; 1999; 2002.
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федер. закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ // Собр. законодательства РФ. — 2012. — № 29, ст. 3997.
3. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности : приказ МЧС РФ от 30.06.2009 № 382 (в ред. приказа МЧС России от 02.12.2015 № 632). — Введ. 30.06.2009. — М. : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2015.
4. *Bruck D.* The who, what, where and why of waking to fire alarms: a review // *Fire Safety Journal*. — 2001. — Vol. 36. — P. 623–639. DOI: 10.1016/S0379-7112(01)00025-X.
5. Пожары и пожарная безопасность в 2012 году : статистический сборник / Под общ. ред. В. И. Климина. — М. : ВНИИПО, 2013. — 137 с.
6. *Proulx G.* Evacuation time and movement in apartment buildings // *Fire Safety Journal*. — 1995. — Vol. 24, Issue 3. — P. 229–246. DOI: 10.1016/0379-7112(95)00023-M.
7. *Shields T. J., Boyce K. E.* A study of evacuation from large retail stores // *Fire Safety Journal*. — 2000. — Vol. 35, Issue 1. — P. 25–49. DOI: 10.1016/S0379-7112(00)00013-8.
8. *Nilsson D., Johansson A.* Social influence during the initial phase of a fire evacuation — Analysis of evacuation experiments in a cinema theatre // *Fire Safety Journal*. — 2009. — Vol. 44, Issue 1. — P. 71–79. DOI: 10.1016/j.firesaf.2008.03.008.
9. *Rinner T., Tillander K., Grönberg P.* Data collection and analysis of evacuation situations / VTT Research Notes 2562. — Espoo, Finland : VTT Technical Research Center of Finland, 2010. — 46 p. + app. 92 p.
10. *Machado Tavares R., Gwynne S., Galea E. R.* Collection and analysis of pre-evacuation time data collected from evacuation trials conducted in Library Facilities in Brazil // *Journal of Applied Fire Science*. — 2006–2007. — Vol. 15, No. 1. — P. 23–40.
11. *Kuligowski E. D., Mileti D. S.* Modeling pre-evacuation delay by occupants in World Trade Center Towers 1 and 2 on September 11, 2001 // *Fire Safety Journal*. — May 2009. — Vol. 44, Issue 4. — P. 487–496. DOI: 10.1016/j.firesaf.2008.10.001.
12. *Kuligowski E.* Model building: an examination of the pre-evacuation period of the 2001 World Trade Center disaster // *Fire and Materials*. — June 2015. — Vol. 39, Issue 4. — P. 285–300. DOI: 10.1002/fam.2201.

13. Capote J. A., Alvear D., Abreu O., Cuesta A. Analysis of evacuation procedures in high speed trains fires // *Fire Safety Journal*. — April 2012. — Vol. 49. — P. 35–46. DOI: 10.1016/j.firesaf.2011.12.008.
14. Gwynne S., Galea E. R., Parke J., Hickson J. The collection and analysis of pre-evacuation times derived from evacuation trials and their application to evacuation modelling // *Fire Technology*. — 2003. — Vol. 39, Issue 2. — P. 173–195. DOI: 10.1023/A:1024212214120.
15. Lovreglio R., Ronchi E., Nilsson D. A model of the decision-making process during pre-evacuation // *Fire Safety Journal*. — November 2015. — Vol. 78. — P. 168–179. DOI: 10.1016/J.FIRESAF.2015.07.001.
16. Zhao C. M., Lo S. M., Zhang S. P., Liu M. A post-fire survey on the pre-evacuation human behavior // *Fire Technology*. — 2009. — Vol. 45, Issue 1. — P. 71–95. DOI: 10.1007/s10694-007-0040-6.
17. Galea E., Deere S., Sharp G., Filippidis L., Hulse L. Investigating the impact of culture on evacuation behaviour // *Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Fire Science & Engineering Conference, Interflam 2010, 5–7 July 2010, University of Nottingham, UK*. — Vol. 1. — P. 879–892.
18. Proulx G., Sime J. D. To prevent “Panic” in an Underground Emergency: Why not tell people the truth? // *Proceedings of the Third International Symposium on Fire Safety Science*. — Borehamwood, UK : Elsevier Science Publishers Ltd., 1991. — P. 843–852.
19. Bellamy L. L., Geyer T. A. W. Experimental programme to investigate informative fire warning characteristics for motivation fast evacuation. — Borehamwood, UK : Fire Research Station, 1990.
20. Guanquan C., Jinhua S. The effect of pre-movement time and occupant density on evacuation time // *Journal of Fire Sciences*. — May 2006. — Vol. 24, No. 3. — P. 237–259. DOI: 10.1177/0734904106058249.
21. 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 2<sup>nd</sup> International Conference on Human Behavior in Fire*. — London : Interscience Communications Ltd., 2001.
22. ISO/TR 16738:2009. Fire-safety engineering. Technical information on methods for evaluating behaviour and movement of people. — Switzerland : ISO, 2009. — 68 p.
23. 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. Часть 1 // *Пожаровзрывобезопасность*. — 2011. — Т. 20, № 3. — С. 41–51.
24. Таранцев А. А. Методы расчетной оценки динамики пожаров в помещениях // *Пожаровзрывобезопасность*. — 2013. — Т. 22, № 3. — С. 82–85.
25. Психофизиология : учебник для вузов / Под ред. Ю. И. Александрова. — 2-е изд. — СПб. : Питер-пресс, 2003. — 496 с.
26. 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.
27. Белосохов И. Р. К проблеме формирования продолжительности времени начала эвакуации людей при пожаре // *Технологии техносферной безопасности*. — 2011. — Вып. 2(36). — 9 с. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2011-2/13-02-11.ttb.pdf> (дата обращения: 12.07.2015).
28. Холщевников В. В. Людские потоки в зданиях, сооружениях и на территории их комплексов : дис. ... д-ра техн. наук. — М. : МИСИ, 1983. — 442 с.
29. Холщевников В. В. Исследования людских потоков и методология нормирования эвакуации людей из зданий при пожаре. — М. : МИПБ МВД России, 1999. — 93 с.
30. Холщевников В. В., Самошин Д. А., Исаевич И. И. Натурные наблюдения людских потоков — М. : АГПС МЧС РФ, 2009. — 191 с.
31. 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.
32. 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.
33. 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.
34. Слюсарев С. В. Обработка результатов измерений параметров движения потоков маломобильных детей. Часть 1 // *Технологии техносферной безопасности*. — 2015. — Вып. 6(64). — 8 с. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2015-6/37-06-15.ttb.pdf> (дата обращения: 25.04.2016).
35. Волков П. П., Оксень В. Н. Информационное моделирование эмоциональных состояний. — Минск, 1977. — 128 с.

Материал поступил в редакцию 5 мая 2016 г.

**Для цитирования:** Самошин Д. А., Слюсарев С. В., Фан А. Исследования времени начала эвакуации людей, находящихся в состоянии сна, из специализированных учреждений и жилых зданий // Пожаровзрывобезопасность. — 2016. — Т. 25, № 8. — С. 58–67. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.08.58-67.

## RESEARCHES OF THE PRE-MOVEMENT TIME OF EVACUATION OF THE PEOPLE, STAYING IN CONDITION OF A DREAM, FROM RESIDENTIAL BUILDINGS AND SPECIALIZED INSTITUTIONS

**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)

**SLYUSAREV S. V.**, Postgraduate Student of Fire Safety in Construction Department, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation; e-mail address: slyusarev91@inbox.ru)

**PHAN A.** Postgraduate Student of Fire Safety in Construction Department, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation)

### ABSTRACT

The aim of this work is to carry out experimental researches on revealing the features of behavior of the people with various physical capacities in the course of preparation for evacuation from buildings of specialized institutions for disabled people, hostels of higher educational institutions and residential buildings.

To collect the empirical data it was used approved methods of carrying out experiments on research of pedestrian flows with application of the modern video recording devices — “DOD F900LS” — with frame frequency of 30 f/s. The obtained results were theoretically generalized by means of methods of mathematical statistics.

As a result of work it was determined the numerical parameters which have impact on formation of the pre-movement time value for evacuation of the people of various ages and groups of mobility from specialized institutions for disabled people, hostels of higher educational institutions and residential buildings.

The realized investigations allow creating the significant database containing values of the pre-movement time of evacuation from buildings with difficult functional contingent. The database is based on the verified methods of full scale tests and methods of statistical analysis.

**Keywords:** fire accident; evacuation; pre-movement time; limited mobility; specialized institutions; disabled people; residential buildings.

### REFERENCES

1. *Construction norms and rules of Russian Federation 21-01-97. Fire safety of buildings and structures.* Moscow, GUP TsPP Publ., 1997; 1999; 2002 (in Russian).
2. 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).
3. *The method for determining the estimated fire risk in buildings, structures and buildings of various classes of functional fire hazards.* Order of Emercom of Russia on 30.06.2009 No. 382. Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia Publ., 2015 (in Russian).
4. Bruck D. The who, what, where and why of waking to fire alarms: a review. *Fire Safety Journal*, 2001, vol. 36, pp. 623–639. DOI: 10.1016/S0379-7112(01)00025-X.
5. Klimkin V. I. *Fires and fire safety in 2012. Statistical Yearbook.* Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia Publ., 2013. 137 p. (in Russian).



6. Proulx G. Evacuation time and movement in apartment buildings. *Fire Safety Journal*, 1995, vol. 24, no. 3, pp. 229–246. DOI: 10.1016/0379-7112(95)00023-M.
7. Shields T. J., Boyce K. E. A study of evacuation from large retail stores. *Fire Safety Journal*, 2000, vol. 35, issue 1, pp. 25–49. DOI: 10.1016/S0379-7112(00)00013-8.
8. Nilsson D., Johansson A. Social influence during the initial phase of a fire evacuation — Analysis of evacuation experiments in a cinema theatre. *Fire Safety Journal*, 2009, vol. 44, issue 1, pp. 71–79. DOI: 10.1016/j.firesaf.2008.03.008.
9. Rinner T., Tillander K., Grönberg P. *Data collection and analysis of evacuation situations. VTT Research Notes 2562*. Espoo, Finland, VTT Technical Research Center of Finland, 2010. 46 p. + app. 92 p.
10. Machado Tavares R., Gwynne S., Galea E. R. Collection and analysis of pre-evacuation time data collected from evacuation trials conducted in Library Facilities in Brazil. *Journal of Applied Fire Science*, 2006–2007, vol. 15, no. 1, pp. 23–40.
11. Kuligowski E. D., Mileti D. S. Modeling pre-evacuation delay by occupants in World Trade Center Towers 1 and 2 on September 11, 2001. *Fire Safety Journal*, May 2009, vol. 44, issue 4, pp. 487–496. DOI: 10.1016/j.firesaf.2008.10.001.
12. Kuligowski E. Model building: an examination of the pre-evacuation period of the 2001 World Trade Center disaster. *Fire and Materials*, June 2015, vol. 39, issue 4, pp. 285–300. DOI: 10.1002/fam.2201.
13. Capote J. A., Alvear D., Abreu O., Cuesta A. Analysis of evacuation procedures in high speed trains fires. *Fire Safety Journal*, April 2012, vol. 49, pp. 35–46. DOI: 10.1016/j.firesaf.2011.12.008.
14. Gwynne S., Galea E. R., Parke J., Hickson J. The collection and analysis of pre-evacuation times derived from evacuation trials and their application to evacuation modelling. *Fire Technology*, 2003, vol. 39, issue 2, pp. 173–195. DOI: 10.1023/A:1024212214120.
15. Lovreglio R., Ronchi E., Nilsson D. A model of the decision-making process during pre-evacuation. *Fire Safety Journal*, November 2015, vol. 78, pp. 168–179. DOI: 10.1016/J.FIRESAF.2015.07.001.
16. Zhao C. M., Lo S. M., Zhang S. P., Liu M. A post-fire survey on the pre-evacuation human behavior. *Fire Technology*, 2009, vol. 45, issue 1, pp. 71–95. DOI: 10.1007/s10694-007-0040-6.
17. Galea E., Deere S., Sharp G., Filippidis L., Hulse L. Investigating the impact of culture on evacuation behaviour. In: *Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Fire Science & Engineering Conference, Interflam 2010, 5–7 July 2010, University of Nottingham, UK*, vol. 1, pp. 879–892.
18. Proulx G., Sime J. D. To prevent “Panic” in an Underground Emergency: Why not tell people the truth? In: *Proceedings of the Third International Symposium on Fire Safety Science*. Borehamwood, UK, Elsevier Science Publishers Ltd., 1991, pp. 843–852.
19. Bellamy L. L., Geyer T. A. W. *Experimental programme to investigate informative fire warning characteristics for motivation fast evacuation*. Borehamwood, UK, Fire Research Station, 1990.
20. Guanquan C., Jinhua S. The effect of pre-movement time and occupant density on evacuation time. *Journal of Fire Sciences*, May 2006, vol. 24, no. 3, pp. 237–259. DOI: 10.1177/0734904106058249.
21. Fahy R. F., Proulx G. Toward creating a database on delay times to start evacuation and walking speeds for use in evacuation modeling. In: *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Human Behavior in Fire*. London, Interscience Communications Ltd., 2001.
22. ISO/TR 16738:2009. *Fire-safety engineering. Technical information on methods for evaluating behaviour and movement of people*. Switzerland, ISO, 2009. 68 p.
23. Kholshchevnikov V. V., Samoshin D. A., Belosokhov I. R., Istratov R. N., Kudrin I. S., Parfenenko A. P. The paradoxes of safe buildings evacuation regulations and their resolution. Part 1. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2011, vol. 20, no. 3, pp. 41–51 (in Russian).
24. Tarantsev A. A. Estimation methods of fire dynamics in premises. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2013, vol. 22, no. 3, pp. 82–85 (in Russian).
25. Aleksandrov Yu. I. (ed.). *Psychophysiology. Textbook for universities*. Saint Petersburg, Piter-Press Publ., 2003. 496 p. (in Russian).
26. Parfenenko A. P. *Regulating fire safety requirements for escape routes and exits from child care centre buildings. Cand. tech. sci. diss.* Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., 2012. 153 p. (in Russian).
27. Belosokhov I. R. The problem of forming the duration of pre-movement time of people in case of fire. *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti (Technology of Technosphere Safety)*, 2011, issue 2(36), 9 p. (in Russian). Available at: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2011-2/13-02-11.ttb.pdf> (Accessed 12 July 2015).
28. Kholshchevnikov V. V. *Human flows in buildings, structures and on adjoining territories. Dr. tech. sci. diss.* Moscow, MISI Publ. 1983. 442 p. (in Russian).

29. Kholshchevnikov V. V. *Investigation human flows and valuation methodology evacuation of buildings in case of fire*. Moscow, Moscow Institute of Fire Safety Publ., 1999. 93 p. (in Russian).
30. Kholshchevnikov V. V., Samoshin D. A., Isaevich I. I. *Observations human flows*. Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., 2009. 191 p. (in Russian).
31. Kudrin I. S. *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, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., 2013 (in Russian).
32. Istratov R. N. *Regulating fire safety requirements for escape routes and exits from hospitals social service agencies for senior citizens*. *Cand. tech. sci. diss.* Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., 2014. 160 p. (in Russian).
33. Kholshchevnikov V. V. The effect of field observation methods on determining numeric characteristics of the law of human flow velocity distribution. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2013, vol. 22, no. 8, pp. 71–80 (in Russian).
34. Slyusarev S. V. Processing of results of measurements of parameters of movement of flows physically disabled children. Part 1. *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti (Technology of Technosphere Safety)*, 2015, issue 6(64). 8 p. (in Russian). Available at: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2015-6/37-06-15.ttb.pdf> (Accessed 25 April 2016).
35. Volkov P. P., Oksen V. N. *Informational modeling of emotional condition*. Minsk, 1977. 128 p. (in Russian).

**For citation:** Samoshin D. A., Slyusarev S. V., Phan A. Researches of the pre-movement time of evacuation of the people, staying in condition of a dream, from residential buildings and specialized institutions. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2016, vol. 25, no. 7, pp. 58–67. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.08.58-67.



## Издательство «ПОЖНАУКА»

Представляет книгу



### Д. Г. Пронин, Д. А. Корольченко ДЕЛЕНИЕ ЗДАНИЙ НА ПОЖАРНЫЕ ОТСЕКИ : учебное пособие.

— М. : Издательство "ПОЖНАУКА", 2014. — 40 с. : ил.

В учебном пособии изложены базовые основы, действующие требования и современные представления о целях, задачах и способах ограничения распространения пожара по зданиям и сооружениям путем их разделения на пожарные отсеки.

Пособие предназначено для студентов Московского государственного строительного университета. Оно может быть использовано также другими образовательными учреждениями и практическими работниками, занимающимися вопросами обеспечения пожарной безопасности.

121352, г. Москва, а/я 43; тел./факс: (495) 228-09-03; e-mail: [info@fire-smi.ru](mailto:info@fire-smi.ru)