

В. В. ХОЛЩЕВНИКОВ, д-р техн. наук, заслуженный работник высшей школы РФ, профессор кафедры “Пожарная безопасность в строительстве”, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: reglament2004@mail.ru); эксперт Научно-исследовательского института “Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертизы” (НИИ РИНКЦЭ) (Россия, 123317, г. Москва, ул. Антонова-Овсеенко, 13, стр. 1)

Б. Б. СЕРКОВ, д-р техн. наук, заслуженный работник высшей школы РФ, начальник учебно-научного центра проблем пожарной безопасности в строительстве, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4)

УДК 614.844:721.012

ЗНАЧИМОСТЬ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЮДЕЙ В ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЯХ

Показано, что в связи с разработкой СП “Здания и комплексы высотные. Требования пожарной безопасности” в чрезвычайной степени актуализируются прежде всего вопросы выбора средств и способов защиты людей от воздействия опасных факторов пожара (ОФП), поскольку от их корректного решения зависит достижение первостепенной цели технического регулирования: “Защита жизни и здоровья граждан”. Показано также, что нормируемые значения пожарного риска не позволяют обеспечить достижение этой цели. Рассматривается нетрадиционная концепция обеспечения пожарной безопасности людей за счет повышения надежности и эффективности функционирования автоматизированных систем противопожарной защиты и современные возможности ее реализации в высотных зданиях, которые должны составлять основу правил проектирования системы противопожарной безопасности высотных зданий.

Ключевые слова: безопасность; высотные здания; системы противопожарной защиты; системы пожаротушения; точечные датчики; сплинклерные установки; огнетушащие средства; системы передачи данных; беспроводные системы.

DOI: 10.18322/PVB.2017.26.09.44-53

Введение

Согласно ФЗ № 184 “О техническом регулировании” [1] первоочередными целями его введения являются (ст. 6, п. 1):

- защита жизни и здоровья граждан;
- предупреждение действий, вводящих в заблуждение приобретателей.

Реализуя эти цели, “Технический регламент о требованиях пожарной безопасности” (ФЗ-123) [2] требует (ст. 79): “Риск гибели людей в результате воздействия опасных факторов пожара (ОФП) должен определяться с учетом функционирования систем обеспечения пожарной безопасности зданий, сооружений и строений” и не должен превышать:

$$Q_{v,i} \leq Q_B^H = 1 \cdot 10^{-6}, \quad (1)$$

где $Q_{v,i}$ — расчетная величина индивидуального пожарного риска;

Q_B^H — нормативная величина индивидуального пожарного риска.

В соответствии с этими требованиями регламента в “Методике определения расчетных величин

пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности”¹ [3] значение Q_B определяется по формуле

$$Q_B = Q_{п}(1 - R_{ап})P_{пр}(1 - P_{э})(1 - P_{п.з}), \quad (2)$$

где $Q_{п}$ — частота возникновения пожара в здании в течение года, значения которой для зданий некоторых классов функциональной пожарной опасности, которые могут входить в комплексы высотных зданий, приводятся в приложении № 1 Методики [3] в явном виде; при отсутствии статистических данных допускается (п. 8) принимать $Q_{п} = 4 \cdot 10^{-2}$;

¹ Будем придерживаться этой редакции Методики, поскольку в ее последней редакции [4] вероятности R заменены на соответствующие постоянные коэффициенты K с теми же значениями, что не изменяет сути методики, но усугубляет безвыходность положения: как бы ни совершенствовались автоматические системы, их нормируемые показатели — надежность и эффективность не повышаются.

$R_{\text{ап}}$ — вероятность эффективного срабатывания установок автоматического пожаротушения (АУПТ); определяется технической надежностью элементов АУПТ; при отсутствии сведений по параметрам технической надежности допускается принимать $R_{\text{ап}} = 0,9$ (это оптимистическая, быстрее желаемая, чем действительная на сегодняшний день оценка, поскольку “в среднем эффективность выполнения задач установок пожарной автоматики немногим более 50 %” [5, 6]);
 $P_{\text{пр}}$ — вероятность присутствия людей в здании;
 $P_{\text{пр}} = t_{\text{функц}}/24$;
 $t_{\text{функц}}$ — время нахождения людей в здании, ч;
 $P_{\text{э}}$ — вероятность эвакуации людей;
 $P_{\text{п.з}}$ — вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, которая благодаря приведенным в Методике [3] значениям входящих в нее параметров может быть легко определена;

$$P_{\text{п.з}} = 1 - (1 - R_{\text{обн}} R_{\text{СОУЭ}})(1 - R_{\text{обн}} R_{\text{ПДЗ}}); \quad (3)$$

$R_{\text{обн}}$ — вероятность эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации; принимается согласно п. 13 [3] $R_{\text{обн}} = 0,8$;

$R_{\text{СОУЭ}}$ — условная вероятность эффективного срабатывания системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей в случае срабатывания системы пожарной сигнализации; принимается согласно п. 25 [3] $R_{\text{СОУЭ}} = 0,8$;

$R_{\text{ПДЗ}}$ — условная вероятность эффективного срабатывания системы противодымной защиты в случае срабатывания системы пожарной сигнализации; принимается согласно п. 26 [3] $R_{\text{ПДЗ}} = 0,8$.
 Таким образом,

$$P_{\text{п.з}} = 1 - (1 - 0,8 \cdot 0,8)(1 - 0,8 \cdot 0,8) = \mathbf{0,87}.$$

Оценка надежности инженерных систем

Формула (2) — это произведение вероятностей наступления событий — отказов систем (в скобках). Следовательно, в любом случае *вероятность отказа элементов автоматических систем противопожарной защиты $P_{\text{п.з}}^0$ и пожаротушения $P_{\text{ап}}^0$ составляет* соответственно:

$$P_{\text{п.з}}^0 = (1 - 0,87) = 0,13;$$

$$P_{\text{ап}}^0 = (1 - 0,9) = 0,1,$$

т. е. в 10–13 % случаев возникновения пожара они не могут влиять на его подавление и на обеспечение безопасности людей в зданиях. Очевидно, что в этих случаях людям остается рассчитывать только на *успешную эвакуацию, осуществляемую за счет их собственных сил и психофизических возможностей.*

Своевременно задать вопрос: *при каких же значениях вероятности безотказного функционирования элементов систем противопожарной защиты и пожаротушения отпадает необходимость в эвакуации людей?* С учетом возможности такой ситуации п. 3.1 ГОСТ 12.1.004–91 требует первоначально проверять выполнение условия (2) *при значении $P_{\text{э}}$, равном нулю.*

Если пожар произошел, следовательно, мероприятия и системы пассивной противопожарной защиты, направленные на предотвращение пожара, не сработали. Вероятность этого события в общем случае $Q_{\text{п}} = 4 \cdot 10^{-2}$. Тогда вероятность обеспечения безопасности людей только за счет инженерных систем пожарной безопасности зданий (при $P_{\text{э}} = 0$) даже при оптимистических оценках ($R_{\text{ап}} = 0,9$) составляет:

- при круглосуточном пребывании людей в здании ($P_{\text{пр}} = 1$):

$$Q_{\text{в}} = 0,04 \cdot (1 - 0,9) \cdot 1 \cdot (1 - 0)(1 - 0,87) = \mathbf{520 \cdot 10^{-6}};$$

- при присутствии людей в здании немногим более 9 ч ($P_{\text{пр}} = 0,385$):

$$Q_{\text{в}} = \mathbf{190 \cdot 10^{-6}}.$$

Как видно, эти значения на несколько порядков выше требуемого нормативного значения $Q_{\text{в}}^{\text{н}} = 1 \cdot 10^{-6}$. Следовательно, *всегда необходима организация эвакуации людей из здания.*

Определим значение $P_{\text{э},i}^{\text{т}}$, требуемое для выполнения условия (1). Очевидно, что $P_{\text{э},i}^{\text{т}} \geq 1 - 1 \cdot 10^{-6} : 5,2 \cdot 10^{-4} = 0,9981$, т. е. вероятность отказа в системе “Эвакуация” $P_{\text{э}}^0$ не должна превышать: $P_{\text{э},i}^0 = (1 - P_{\text{э},i}^{\text{т}}) = 1 - 0,9981 = 0,0019$. Поэтому-то значение $P_{\text{э}}$ и “принимается” Методикой равным: $P_{\text{э}} = P_{\text{н.э}} + P_{\text{р}} = 0,999$.

Таким образом, *фактически нормируемое значение отказа в системе-процессе “эвакуации людей” составляет $P_{\text{э}}^0 = 0,001$, т. е. более чем на два порядка ниже (в 800 раз — $0,8/0,001$), чем в инженерных системах!* И это в системе, которую создает природа — Бог, а не человек — творец инженерных систем. Минимальные требуемые значения вероятности эвакуации для исключения превышения нормативного значения пожарного риска в зданиях различных классов функциональной пожарной опасности приведены на рис. 1.

В результате имеем прямо-таки роман “Двенадцать стульев” — плакат на стенах здания в г. Васюки: “Спасение утопающих — дело рук самих утопающих”.

Разве население и посетители зданий, оборудованных автоматическими системами противопожарной защиты, которые надеются на них, не *вводятся в заблуждение относительно обеспечения собственной безопасности?!*

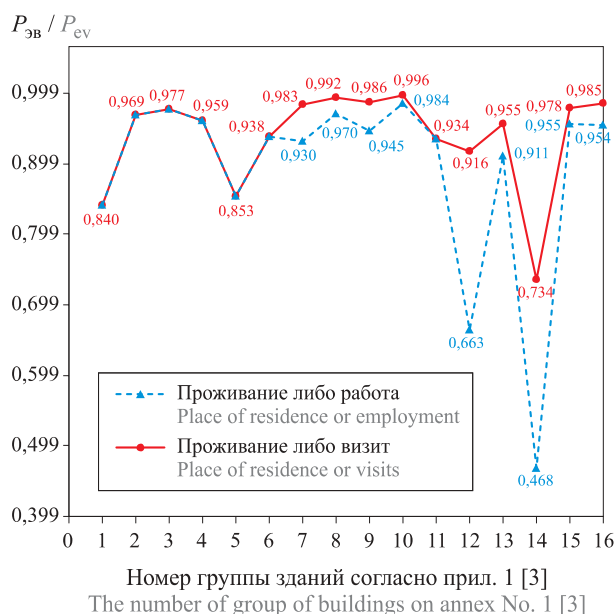


Рис. 1. Минимально необходимые значения вероятности эвакуации для исключения превышения нормативного значения пожарного риска в зданиях различных классов функциональной пожарной опасности [7] (группа зданий № 16 с $Q_{п} = 0,04$)

Fig. 1. The minimum required values of evacuation probability to avoid exceeding the standard value of fire risk in buildings of various classes of functional fire hazard [7] (the group of buildings No. 16 in take with $Q_{p} = 0,04$)

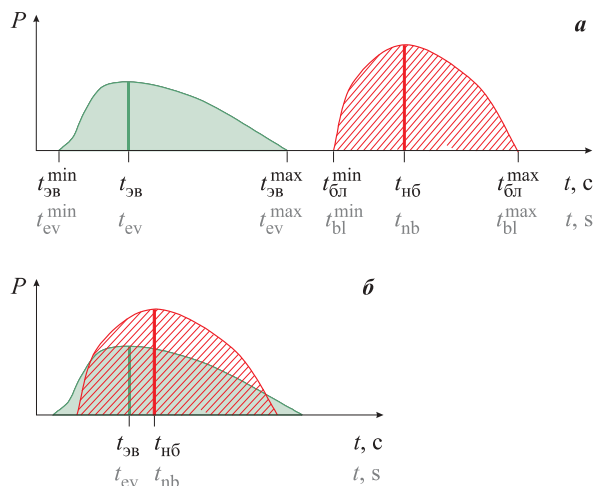


Рис. 2. Иллюстрация обеспечения условий своевременной эвакуации людей [8]: *а* — при действительном развитии процессов эвакуации ($t_{эв} = t_{н.э} + t_{р}$) и опасных факторов пожара ($t_{нб}$), описываемых плотностями распределения вероятностей времени их достижения $P(t)$; *б* — при детерминированном описании этих процессов, игнорирующем их действительный (вероятностный) характер (соотношение только между средними значениями $t_{эв} \leq t_{нб}$)

Fig. 2. Illustration of the conditions of safe evacuation of people [8]: *a* — by a actual development of the processes of evacuation ($t_{ev} = t_{n.e} + t_r$) and harmful fire factors (t_{nb}), described by probability density functions of time to achieve them; *b* — by a deterministic description of these processes, ignoring their valid (probabilistic) character (only the ratio between the average values $t_{ev} \leq t_{nb}$)

При этом вероятность эвакуации каждого человека не может назначаться или приниматься $P_э = 0,999$ даже при $t_{эв} = (t_{н.э} + t_{р}) \leq 0,8t_{бл}$ и $t_{ск} \leq 6$ мин [3, п. 9]. Она должна обеспечиваться его индивидуальными физическими и психофизиологическими возможностями и учитываться при моделировании стохастичности процессов эвакуации и распространения ОФП (рис. 2) [8].

Здесь-то и проявляется со всей очевидностью недопустимость подмены вероятности не только надежного срабатывания комплекса автоматических систем противопожарной защиты, но и эффективности их функционирования их средними значениями.

Эффективность противопожарных систем

Согласно требованиям Технических регламентов в зданиях и сооружениях должно обеспечиваться “ограничение образования и распространения опасных факторов пожара в пределах очага пожара” (ст. 8 [9]), а “автоматические установки пожаротушения должны обеспечивать... ликвидацию пожара в помещении до возникновения критических значений опасных факторов пожара...” (ст. 61 [2]).

Численное моделирование динамики ОФП [10], учитывающее варианты размещения клапанов удаления дыма и их производительности, позволяет определить время блокирования эвакуации людей в офисных помещениях высотных зданий, характерных для зданий управления всех отраслей народного хозяйства. В зависимости от площади помещения S оно может быть описано уравнением $t_{бл} = 9,45S^{0,32}$ (рис. 3).

Столь малые значения $t_{эв}$, определяемые временем $t_{бл}$, показывают необходимость поиска способов подавления пожара в его начальной стадии.

Существующие, устанавливаемые в большинстве зданий и сооружений автоматические системы пожаротушения начинают функционировать намного позже завершения эвакуации из помещения и по-

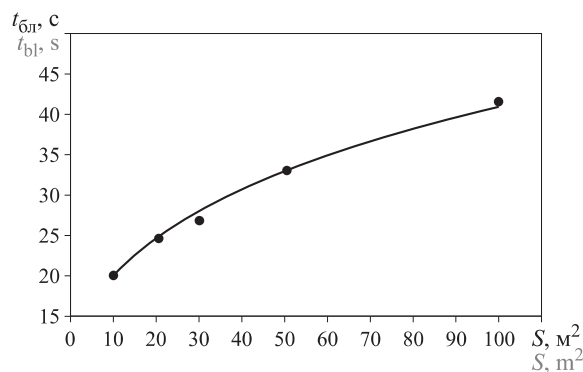


Рис. 3. Зависимость времени блокирования от площади помещения: $t_{бл} = f(S)$ [10]

Fig. 3. The relation of ASET against premises area: $t_{bl} = f(S)$ [10]

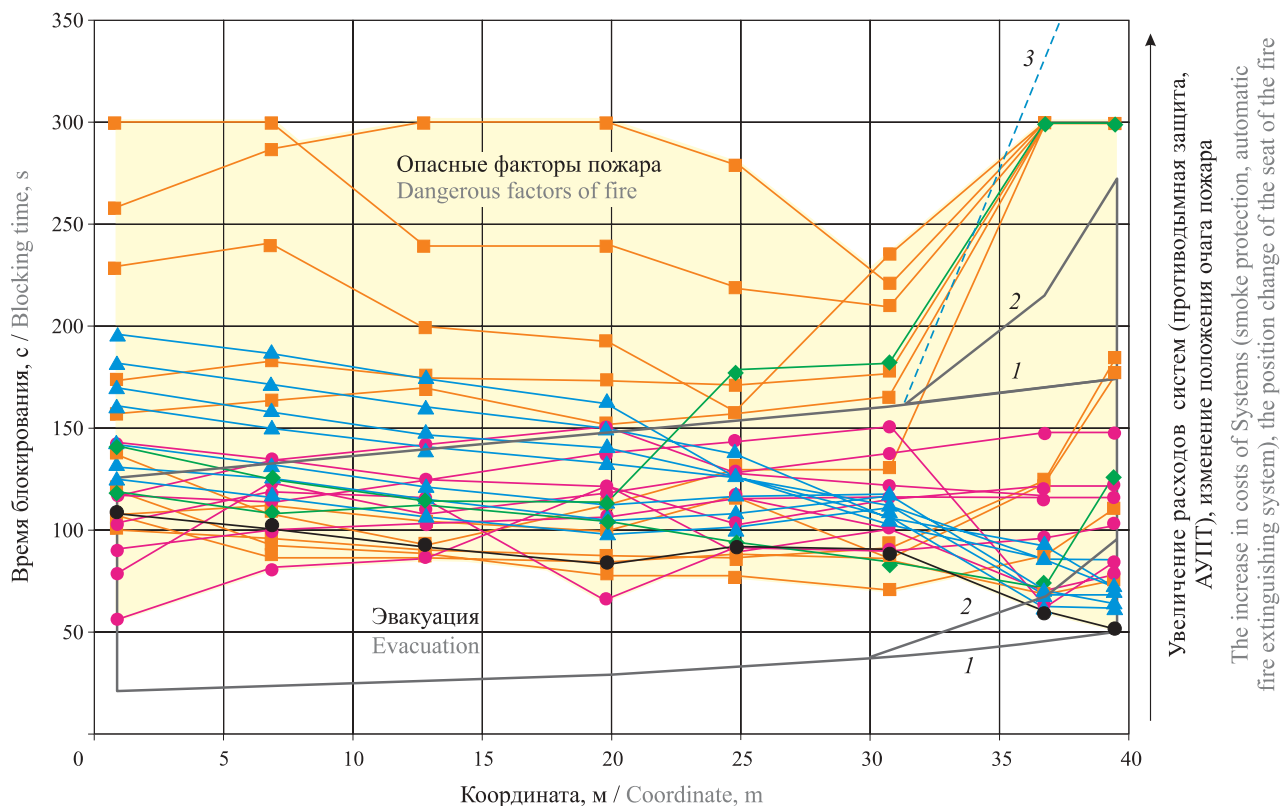


Рис. 4. Область возможных решений по выбору систем пожарной безопасности [12]: ● — без систем противопожарной защиты; ● — изменение расположения помещения очага пожара и клапана дымоудаления; ■ — изменение расхода воздуха через клапан дымоудаления; ▲ — изменение расхода воды системы пожаротушения (дренчерная завеса); ◆ — изменение расхода воздуха через клапан дымоудаления и расхода дренчерной системы пожаротушения (дренчерная завеса)

Fig. 4. Field of possible solutions for selection of fire safety systems [12]: ● — without fire protection systems; ● — change the location of the premises of fire origin and smoke control valve; ■ — changing the flow of air through smoke control valve; ▲ — changing the water consumption of the fire-extinguishing system (deluge curtain); ◆ — changing the flow of air through smoke control valve and consumption of deluge fire extinguishing system (deluge curtain)

этому не могут оказать влияния на обеспечение безопасности находящихся в них людей [11]. Результаты моделирования показывают, что для быстрой локализации источника горения необходимо уменьшить время срабатывания систем обнаружения, оповещения и инерционности системы пожаротушения. Только в этом случае система противодымной защиты, установленная в помещении, сможет обеспечить его незадымляемость, что даст возможность выполнить требование ч. 2 ст. 61 [2] о ликвидации пожара до возникновения критических значений ОФП в помещении.

Распространившись из помещения в коридор этажа здания, ОФП в большинстве случаев блокируют и возможность безопасной эвакуации людей с этажа здания, несмотря на его оборудование системами противопожарной защиты (рис. 4).

При распространении ОФП в коридор система дымоудаления в коридоре с нормативными расходами увеличивает время блокирования на 34 %. Полное удаление продуктов горения из коридора возможно только при увеличении расходов в десятки раз. Использование дренчерной системы перед вы-

ходом из помещений при нормативных объемах подачи воды увеличивает время блокирования всего на 9 %. Совместное использование дренчерной системы и системы дымоудаления позволяет увеличить время блокирования на 40 %. Таким образом, результаты моделирования свидетельствуют о том, что при отсутствии воздействия на очаг возгорания продукты горения, распространяясь за пределы помещения, в считанные минуты (менее $t_{н.э}$) блокируют коммуникационные пути на этаже, вне зависимости от работы систем противопожарной защиты.

При этом на сокращение времени эвакуации людей $t_{эв}$ ($t_{эв} = t_{н.э} + t_p$) за счет “совершенствования” физических и психофизических возможностей людей рассчитывать не приходится, поскольку данные демографических исследований ООН и ВОЗ определяют противоположную перспективу [13, 14]: рост доли населения в возрасте свыше 65 лет с 20 % почти до 50 % к 2050 г., увеличение числа инвалидов, рост количества людей всех возрастов, страдающих ожирением, до 50 % к 2030 г. (рис. 5).

Эти демографические показатели народонаселения оказывают значительное влияние на пара-

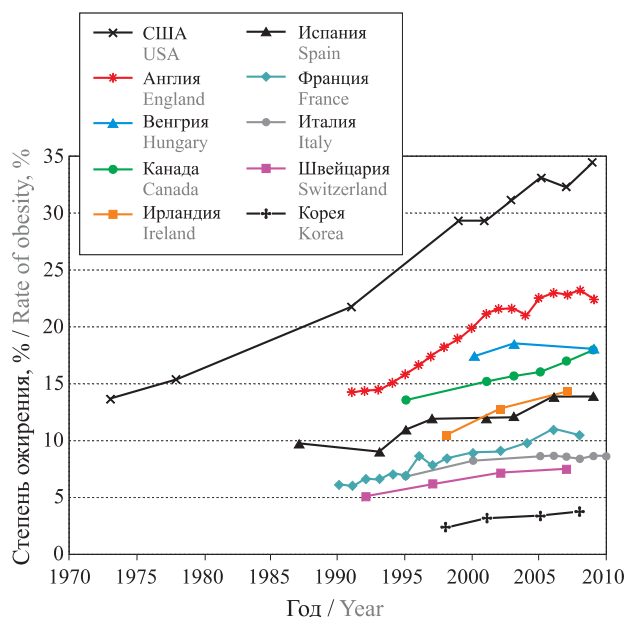


Рис. 5. Показатели степени ожирения взрослых людей в различных странах (1970–2010 гг.) [15]
Fig. 5. Adult obesity rates in multiple OECD countries in 1970–2010 years [15]

метры людского потока, снижая скорость и, следовательно, интенсивность их движения на 40–50 %. Соответствующие данные, полученные в отечественных исследованиях [16–18], приведены на рис. 6. Они опубликованы в отечественной и зарубежной печати [7, 19–24], используются при установлении расчетных величин пожарного риска [4], а также в работах зарубежных ученых при пересмотре моделей движения людских потоков, вызванных происходящими демографическими изменениями.

Включение в состав высотных комплексов жилых зданий со смешанным составом потока при эвакуации требует учета демографических групп населения в составе основного функционального контингента высотных зданий [7]. Однако это никак не отображено в разрабатываемом СП “Здания и комплексы высотные. Требования пожарной безопасности” [25], хотя многие из этих людей не способны к пешеходной эвакуации по лестничным клеткам, и использование лифтов для их эвакуации во время пожара становится необходимым. Для этого недостаточно только использовать лифты для транспортирования пожарных подразделений. Необходимо еще обеспечить их оптимальное использование, для чего требуется специальный алгоритм организации их работы в системе поэтапной комбинированной эвакуации. Принципы построения такой системы уже разработаны [10, 26], но в представленной редакции свода правил они, тем не менее, отсутствуют. При этом следует учитывать, что сокращение в 2–3 раза времени эвакуации влияет и

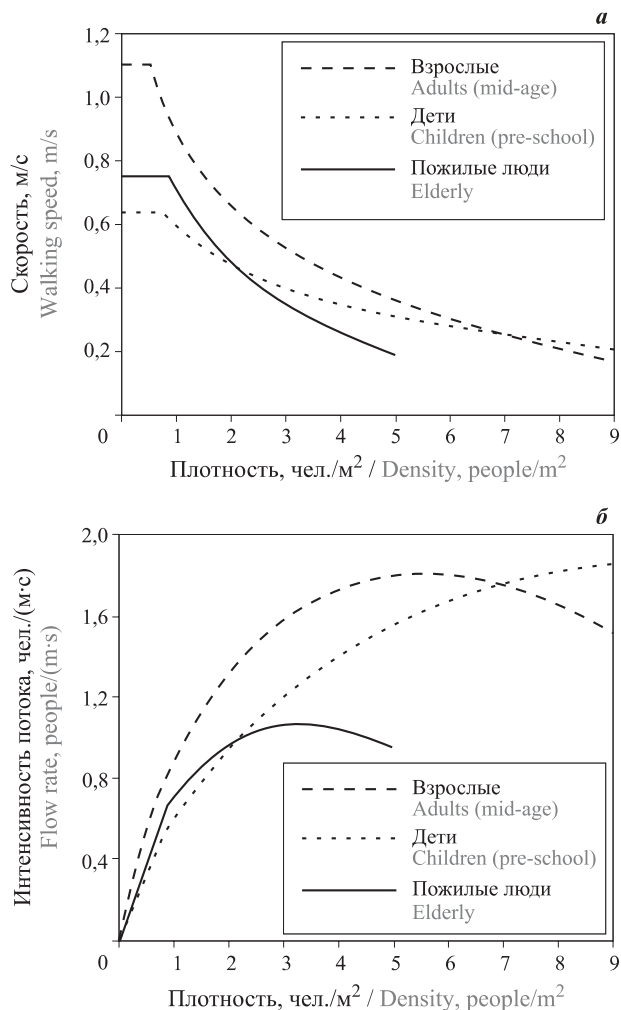


Рис. 6. Закономерности связи между параметрами потоков людей различных возрастных групп: *a* — скорость — плотность потока; *b* — интенсивность движения — плотность потока [16–18]
Fig. 6. The relationship between parameters of human flows for different age demographics: *a* — walking speed vs density; *b* — crowd flow rate vs density [16–18]

на технико-экономические показатели систем, которыми предусматривается оборудовать высотные здания (п. 14.20 СП 267.1325800.2016 [27]), чем определяется минимальное время их живучести.

Современные возможности автоматических систем в обеспечении противопожарной безопасности высотных зданий

Автоматическая система противопожарной защиты высотного здания состоит из исполнительных элементов входящих в нее подсистем обнаружения очага возгорания, пожаротушения, противодымной вентиляции и системы передачи данных и координации управления их функционированием.

В настоящее время отечественными учеными и производителями созданы датчики обнаружения

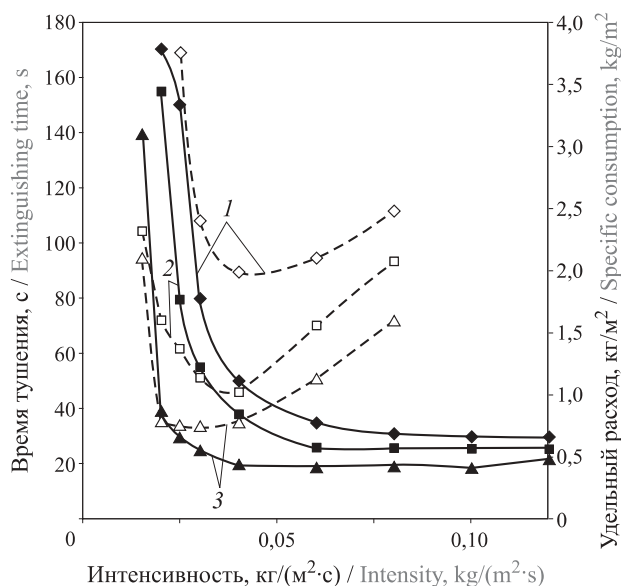


Рис. 7. Пример типичной зависимости времени тушения пламени гептана (—) и удельного расхода пены (----) из пенообразователей углеводородных (ПО-ЗАИ) (1), фторсинтетических “Гидрал” (ФП-1) (2) и “Петрофильм” (ФП-2) (3) [29]

Fig. 7. An example of a typical time dependencies of the flame extinguishing heptane (—) and specific consumption of foam (----) from hydrocarbon blowing agents (PO-ZAI) (1), fluoro synthetical “Gidral” (FP-1) (2) and “Petrofilm” (FP-2) (3) [29]

возгорания на ранней стадии его возникновения, на порядок превосходящие по чувствительности и надежности функционирования лучшие образцы зарубежных дымовых точечных пожарных извещателей [28].

Созданы спринклерные системы “быстрого реагирования” адресного воздействия на очаг пожара, способные его подавлять до образования ОФП (тем более на ранней стадии его возникновения) [29].

Установлены универсальные механизмы тушения пожара [30], позволяющие оптимизировать расходы огнетушащих материалов для достижения минимального времени подавления пламени в зданиях и сооружениях различного назначения (рис. 7).

Разработана [31] и общая система беспроводной передачи сигнала, базирующаяся на принципе динамической маршрутизации сигналов и гарантирующая повышение вероятности функционирования

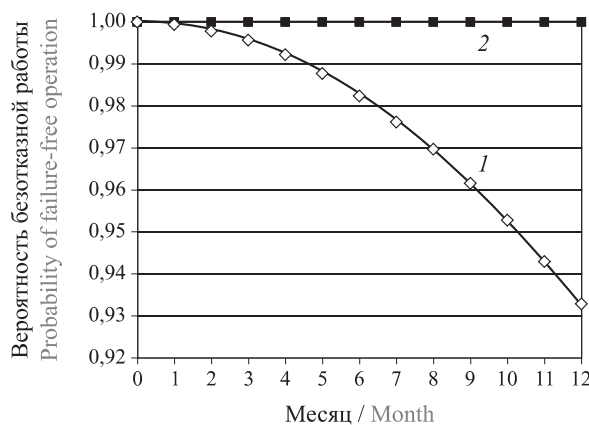


Рис. 8. Графические зависимости надежности (вероятности безотказной работы) беспроводных систем обнаружения пожаров от времени: 1 — с функцией статической маршрутизации сигналов; 2 — с функцией динамической маршрутизации сигналов [31]

Fig. 8. Graphic relation for the reliability (probability of failure-free operation) wireless fire detection systems from time to time: 1 — with the function of static routing signals; 2 — with the function of dynamic routing of signals [31]

до 0,999 (вместо сегодняшних 0,76). При этом критерием оценки служит впервые разработанный комплексный критерий, учитывающий совокупность показателей функционирования автоматических систем:

$$L_{\text{окк}} = a_1Q + a_2E + a_3H + a_4P + a_5S + a_6C, \quad (4)$$

- где Q — оперативность;
 E — эффективность;
 H — помехоустойчивость;
 P — надежность;
 S — площадь обслуживания;
 C — экономическая целесообразность.

Выводы

Эти разработки демонстрируют возможность создания в настоящее время автоматических систем пожарной защиты, способных обеспечить достижение нормативного уровня индивидуального пожарного риска и выполнение требований технических регламентов об ограничении распространения ОФП помещением возникновения очага пожара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О техническом регулировании : Федер. закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ (ред. от 29.07.2017). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241/ (дата обращения: 04.08.2017).
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федер. закон РФ от 22.07.2008 № 123-ФЗ (с изм. на 29.07.2017). URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 04.08.2017).
3. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности : приказ МЧС России от 30.06.2009 № 382. — М. : ВНИИПО МЧС России, 2009.

4. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности : приказ МЧС России от 30.06.2009 № 382 (с изм. на 02.12.2015). URL: <http://docs.cntd.ru/document/902167776> (дата обращения: 04.08.2017).
5. *Болодьян И. А., Хасанов И. Р., Гомозов А. В.* Концептуальный подход к обеспечению пожарной безопасности высотного строительства и формирование противопожарных норм для высотных многофункциональных комплексов // Современные системы и средства комплексной безопасности и противопожарной защиты объектов строительства : материалы 2-й науч.-практ. конф. — М. : Стройбезопасность, 2003. — С. 14–15.
6. *Васильев М. А., Демёхин Ф. В.* Проблемы обеспечения эффективности пожарной автоматики // Системы безопасности : сб. матер. 14-й науч.-техн. конф. — М. : Академия ГПС МЧС России, 2005.
7. *Самошин Д. А.* Состав людских потоков и параметры их движения при эвакуации. — М. : АГПС МЧС РФ, 2016. — 209 с.
8. *Холщевников В. В., Присадков В. И., Костерин И. В.* Совершенствование методологии определения расчетных величин пожарного риска в зданиях и сооружениях на основе стохастического описания определяющих их процессов и деревьев событий // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2017. — Т. 26, № 1. — С. 5–17. DOI: 10.18322/PVB.2017.26.01.5-17.
9. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений : Федер. закон РФ от 30.12.2009 № 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/ (дата обращения: 26.07.2017).
10. *Кудрин И. С.* Влияние параметров движения людских потоков при пожаре на объемно-планировочные решения высотных зданий : дис. ... канд. техн. наук. — М. : АГПС МЧС РФ, 2013. — 190 с.
11. *Самошин Д. А.* К вопросу о защите людей техническими средствами пожарной автоматики // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2015. — Т. 24, № 12. — С. 53–59. DOI: 10.18322/PVB.2015.24.12.53-59.
12. *Холщевников В. В., Кудрин И. С.* Обеспечение безопасной эвакуации людей с учетом стохастичности процесса распространения опасных факторов пожара в высотных зданиях // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2013. — Т. 22, № 4. — С. 38–51.
13. World Population Ageing 2013/Department of Economic and Social Affairs Population Division. — New York : United Nations, 2013. URL: <http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/ageing/WorldPopulationAgeing2013.pdf> (дата обращения: 04.08.2017).
14. World Population Prospects: The 2012 Revision. Highlights and Advance Tables / Department of Economic and Social Affairs Population Division. — New York : United Nations, 2013. URL: <http://stadtteilagenten.de/wp-content/uploads/2013/08/World-Population-Prospects-The-2012-Revision-Highlights-and-Advance-Tables.pdf> (дата обращения: 04.08.2017).
15. *Peter Thompson, Daniel Nilsson, Karen Boyce, Denise McGrath.* Evacuation models are running out of time // Fire Safety Journal. — 2015. — Vol. 78. — P. 251–261. DOI: 10.1016/j.firesaf.2015.09.004.
16. *Kholshchevnikov V. V., Samoshin D. A., Parfyonenko A. P., Belosokhov I. R.* Study of children evacuation from pre-school education institutions // Fire and Materials. — 2012. — Vol. 36, No. 5-6. — P. 349–366. DOI: 10.1002/fam.2152.
17. *Kholshchevnikov V. V., Samoshin D. A., Istratov R. I.* The problems of elderly people safe evacuation from senior citizen health care buildings in case of fire // Human Behaviour In Fire: Proceedings of 5th International Symposium. — Cambridge, UK, 2012. — P. 587–593.
18. *Kholshchevnikov V. V., Shields T. J., Boyce K. E., Samoshin D. A.* Recent developments in pedestrian flow theory and research in Russia // Fire Safety Journal. — 2008. — Vol. 43, Issue 2. — P. 108–118. DOI: 10.1016/j.firesaf.2007.05.005.
19. *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 РФ, 2012. — 153 с.
20. *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 РФ, 2014. — 160 с.
21. *Фан А.* Нормирование требований пожарной безопасности к эвакуационным путям и выходам в многоэтажных жилых зданиях во Вьетнаме : дис. ... канд. техн. наук. — М. : Академия ГПС МЧС РФ, 2017.
22. *Фан А., Ле Н. З.* Анализ мероприятий по снижению пожарной опасности в высотных жилых зданиях // Журнал пожарной безопасности ИПБ Республики Вьетнам. — 2015. — Т. 77. — С. 20–23.
23. OECD. Obesity Update 2012. URL: <http://www.oecd.org/health/49716427.pdf> (дата обращения: 04.08.2017).

24. Society at a glance: OECD social indicators. — Paris : OECD Publishing, 2006.
25. Проект свода правил (изменения к своду правил) “Здания и комплексы высотные. Требования пожарной безопасности”. URL: http://www.gost.ru/wps/portal/pages/directions?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/gost/GOSTRU/directions/Standardization/notifications/notificationsnationalstandards (дата обращения: 04.08.2017).
26. Поэтапная эвакуация из высотных зданий : отчет по НИР. — М. : Академия ГПС МЧС России, 2011. — 123 с.
27. СП 267.1325800.2016. Здания и комплексы высотные. Правила проектирования. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456044284> (дата обращения: 01.08.2017).
28. Саутин И. Концепция построения безопасной противопожарной автоматики // Алгоритм безопасности. — 2015. — № 4. — С. 68–70.
29. Белоусов Л., Дауэнгауэр С. Спринклерные системы водяного пожаротушения с принудительным пуском // Алгоритм безопасности. — 2009. — № 6. — С. 24–27.
30. Корольченко Д. А., Шароварников А. Ф. Универсальность механизмов тушения пламени различными огнетушащими веществами // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2014. — Т. 23, № 11. — С. 84–88.
31. Иванников А. П., Зыков В. И., Ватюкова О. Ю., Уваркин В. С. Математическая модель функционирования системы радиоканального мониторинга пожарной безопасности объектов энергетики // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. — 2016. — № 2. — С. 43–47.

Материал поступил в редакцию 14 августа 2017 г.

Для цитирования: Холицевников В. В., Серков Б. Б. Значимость автоматических систем противопожарной защиты для обеспечения безопасности людей в высотных зданиях // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2017. — Т. 26, № 9. — С. 44–53. DOI: 10.18322/PVB.2017.26.09.44-53.

English

IMPORTANCE OF AUTOMATIC FIRE PROTECTION SYSTEMS TO ENSURE THE SAFETY OF PEOPLE IN HIGH-RISE BUILDINGS

KHOLSHCHEVNIKOV V. V., Doctor of Technical Sciences, Honoured Science Worker of High School of Russia, Professor of Fire Safety in Construction, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina str., 4, Moscow, 129366, Russian Federation; e-mail: reglament2004@mail.ru); Expert of Scientific Research Institute “Federal Research Centre for Projects Evaluation and Consulting Services” (Antonova-Ovseenko St., 13, Bild. 1, Moscow, 123317, Russian Federation)

SERKOV B. B., Doctor of Technical Sciences, Honoured Science Worker of High School of Russia, Head of the Educational Research Center of Fire Safety in Construction, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation)

ABSTRACT

Considering the development Set of Rules “High-rise buildings and complexes. Fire safety requirements” it became very important, first of all, the choice of means and methods to protect people from the impact of dangerous fire factors. The correct solution of these issues leads to the achievement of the primary objective of the technical regulation “protection of life and health of citizens”.

The paper shows that these calculated values of fire risk focused on the parameters for automatic systems of fire protection and fire extinguishing equipment of foreign production, do not allow achieving this goal without evacuation of people. Calculations have shown, that the probability of a successful evacuation should be 0.999, while the probability of failure-free operation (or safety factor) of applied automated systems is about 0.8–0.9.

At the same time, the analysis of the demographic data of the UN and WHO shows that the physical ability for the safety of pedestrian evacuation of the population in developed countries over the past decade has declined significantly and they continue to degrade in connection with the increase in the number of elderly people, rising disability among people and obesity spreading to all age groups.

Consideration of these demographic trends leads to the inevitable conclusion about the necessity of improving the reliability and efficiency of functioning of the automated systems of fire protection.

The paper summarizes the presentations of Russian scientists and domestic manufacturers of these systems, showing that over the last decade they've managed to make a number of innovative inventions that are currently able to provide the domestic market with the products, which many times exceed the value of the characteristics of the foreign samples.

Evaluation of the effectiveness and reliability of these systems and of new control algorithms implemented a wireless transmission system, demonstrates the probability of their operation required to ensure the standard level of the individual fire risk.

The article discusses an unconventional concept of fire safety of people by improving the reliability and efficiency of functioning of the elements and their governing systems. The principles of this concept should form the basis for the design of fire protection systems of high-rise buildings. Their implementation in conjunction with the organization of a combined phased evacuation (pedestrian evacuation + protected elevator evacuation) will ensure the safety of high-rise buildings and decrease the time of stay of people in these building in emergency situations.

Keywords: safety; high-rise buildings; fire protection system; fire extinguishing system; spot sensors; sprinkler installation; fire extinguishing facilities; data transmission systems; wireless systems.

REFERENCES

1. *On technical regulation*. Law of Russian Federation on 22. 07. 2008 No. 184 (ed. 29. 07. 2017) (in Russian). Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241/ (Accessed 4 August 2017).
2. *Technical regulations for fire safety requirements*. Federal Law on 22.07.2008 No. 123 (ed. 29.07.2017) (in Russian). Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (Accessed 4 August 2017).
3. *Technique of determination of settlement sizes of fire risk in buildings, constructions and structures of various classes of functional fire danger*. Order of Emercom of Russia on 30. 06. 2009 No. 382. Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia Publ., 2009 (in Russian).
4. *Technique of determination of settlement sizes of fire risk in buildings, constructions and structures of various classes of functional fire danger*. Order of Emercom of Russia on 30.06.2009 No. 382 (ed. 02.12.2015) (in Russian). Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902167776> (Accessed 4 August 2017).
5. Bolodyan I. A., Khasanov I. R., Gomozov A. V. The conceptual approach to providing fire safety of high-rise construction and the formation of fire safety standards for high-rise multifunctional complexes. In: *Sovremennyye sistemy i sredstva kompleksnoy bezopasnosti i protivopozharnoy zashchity obyektov stroitelstva: materialy 2-y nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Modern systems and means of integrated safety and fire protection of construction objects. Proceedings of 2nd Scientific and Practical Conference]. Moscow, Sroybezopasnost Publ., 2003, pp. 14–15 (in Russian).
6. Vasilyev M. A., Demekhin F. V. Problems of ensuring the effectiveness of fire automatics. In: *Sistemy bezopasnosti. Sbornik materialov 14-y nauchno-tekhnicheskoy kontserentsii* [Safety Systems. Proceedings of 14th scientific and technical conference]. Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., 2005 (in Russian).
7. Samoshin D. A. *Sostav lyudskikh potokov i parametry ikh dvizheniya pri evakuatsii* [Composition of human flows and parameters of their movement during evacuation]. Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., 2016. 209 p. (in Russian).
8. Kholshchevnikov V. V., Prisdakov V. I., Kosterin I. V. Improvement methodology for determining the calculated value of the fire risk in buildings and structures based on stochastic description of determining their processes and trees events. *Pozharovzryvobezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2017, vol. 26, no. 1, pp. 5–17 (in Russian). DOI: 10.18322/PVB.2017.26.01.5-17.
9. *Technical regulations for safety of buildings and constructions*. Federal Law on 30.12.2009 No. 384 (in Russian). Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/ (Accessed 26 July 2017).
10. Kudrin I. S. *Influence of parameters of traffic flows of people in case of fire in the volumetric-planning solutions of tall buildings*. Cand. tech. sci. diss. Moscow, 2013. 190 p. (in Russian).
11. Samoshin D. A. Towards the discussion of the protection of building occupants with technical means of fire automatics. *Pozharovzryvobezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2015, vol. 24, no. 12, pp. 53–59 (in Russian). DOI: 10.18322/PVB.2015.24.12.53-59.

12. Kholshchevnikov V. V., Kudrin I. S. The safe evacuation with consideration of the stochastic behavior of the spread process in high-rise buildings. *Pozharovzryvobezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2013, vol. 22, no. 4, pp. 38–51 (in Russian).
13. *World Population Ageing 2013*. Department of Economic and Social Affairs Population Division. New York, United Nations, 2013. Available at: <http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/ageing/WorldPopulationAgeing2013.pdf> (Accessed 4 August 2017).
14. *World Population Prospects: The 2012 Revision. Highlights and Advance Tables*. Department of Economic and Social Affairs Population Division. New York, United Nations, 2013. Available at: <http://stadtteilagenten.de/wp-content/uploads/2013/08/World-Population-Prospects-The-2012-Revision-Highlights-and-Advance-Tables.pdf> (Accessed 4 August 2017).
15. Peter Thompson, Daniel Nilsson, Karen Boyce, Denise McGrath. Evacuation models are running out of time. *Fire Safety Journal*, 2015, vol. 78, pp. 251–261. DOI: 10.1016/j.firesaf.2015.09.004.
16. Kholshchevnikov V. V., Samoshin D. A., Parfyonenko A. P., Belosokhov I. R. Study of children evacuation from pre-school education institutions. *Fire and Materials*, 2012, vol. 36, no. 5-6, pp. 349–366. DOI: 10.1002/fam.2152.
17. Kholshchevnikov V. V., Samoshin D. A., Istratov R. I. The problems of elderly people safe evacuation from senior citizen health care buildings in case of fire. In: *Human Behaviour In Fire*. Proceedings of 5th International Symposium. Cambridge, UK, 2012, pp. 587–593.
18. Kholshchevnikov V. V., Shields T. J., Boyce K. E., Samoshin D. A. Recent developments in pedestrian flow theory and research in Russia. *Fire Safety Journal*, 2008, vol. 43, issue 2, pp. 108–118. DOI: 10.1016/j.firesaf.2007.05.005.
19. Parfenenko A. P. *Rationing of fire safety requirements for evacuation routes and exits in buildings of preschool educational institutions*. Cand. tech. sci. diss. Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., 2012. 153 p. (in Russian).
20. Istratov R. N. *Rationing of requirements of fire safety to evacuation ways and exits in hospitals of social establishments on service of citizens of advanced age*. Cand. tech. sci. diss. Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., 2014. 160 p. (in Russian).
21. Phan A. *Rationing of fire safety requirements for evacuation routes and exits in multi-storey residential buildings in Vietnam*. Cand. tech. sci. diss. Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., 2017 (in Russian).
22. Phan A., Le H. Z. Analysis of measures to reduce fire hazard in high-rise residential buildings. *Zhurnal požarnoy bezopasnosti IPB Respubliki Vyetnam/Journal of Fire Safety IFS of the Republic of Vietnam*, 2015, vol. 77, pp. 20–23.
23. *OECD. Obesity Update 2012*. Available at: <http://www.oecd.org/health/49716427.pdf> (Accessed 4 August 2017).
24. *Society at a glance: OECD social indicators*. Paris, OECD Publishing, 2006.
25. The draft set of rules (changes to set of rules) “*High-rise buildings and complexes. Fire safety requirements*” (in Russian). Available at: http://www.gost.ru/wps/portal/pages/directions?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/gost/GOSTRU/directions/Standardization/notifications/notificationsnationalstandards (Accessed 4 August 2017).
26. *Step-by-step evacuation from high-rise buildings*. Report on scientific research. Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., 2011. 123 p. (in Russian).
27. Set of rules 267.1325800.2016. High rise buildings and complexes. Design rules (in Russian). Available at: <http://docs.cntd.ru/document/456044284> (Accessed 1 August 2017).
28. Sautin I. The concept of building a safe fire-fighting automatics. *Algoritm bezopasnosti / Security Algorithm*, 2015, no. 4, pp. 68–70 (in Russian).
29. Belousov L., Dauengauer S. Sprinkler water fire extinguishing systems with forced start. *Algoritm bezopasnosti / Security Algorithm*, 2009, no. 6, pp. 24–27 (in Russian).
30. Korolchenko D. A., Sharovarnikov A. F. Universality of mechanisms of fire suppression by various extinguishing agents. *Pozharovzryvobezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2014, vol. 23, no. 11, pp. 84–88 (in Russian).
31. Ivannikov A. P., Zykov V. I., Vatyukova O. Yu., Uvarin V. S. Mathematical model of fire safety radio monitoring system operation of power engineering facilities. *Pozhary i chrezvychaynyye situatsii: predotvrashcheniye, likvidatsiya / Fire and Emergencies: Prevention, Elimination*, 2016, no. 2, pp. 43–47 (in Russian).

For citation: Kholshchevnikov V. V., Serkov B. B. Importance of automatic fire protection systems to ensure the safety of people in high-rise buildings. *Pozharovzryvobezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2017, vol. 26, no. 9, pp. 44–53 (in Russian). DOI: 10.18322/PVB.2017.26.09.44-53.