

С. В. СОКОЛОВ, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры управления и экономики ГПС, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: albrus-ssv1@yandex.ru)

Д. В. КОСТЮЧЕНКО, канд. техн. наук, старший преподаватель-методист факультета подготовки научно-педагогических кадров, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: d.v.kost@mail.ru)

УДК 614.8(470)

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ГИБЕЛИ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРАХ В ЖИЛЫХ ДОМАХ ГОРОДСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ

Представлены результаты исследования факторов, влияющих на величину рисков гибели людей при пожарах в жилых домах городских поселений. Рассмотрены такие факторы, как время прибытия пожарных подразделений к месту пожара; наличие средств пожарной автоматики в жилых домах; сроки эксплуатации жилых зданий. Установлено, что при существующих условиях время прибытия пожарных подразделений к месту пожара не оказывает существенного влияния на снижение риска гибели людей при пожарах в жилых домах городских поселений. Показано, что средний риск гибели при пожарах в жилых домах, оборудованных средствами пожарной автоматики, примерно в 2,5 раза ниже, чем в необорудованных. При исследовании структуры отечественного городского жилищного фонда установлено, что с увеличением удельного веса жилых домов, имеющих длительные сроки эксплуатации, для живущих в них людей возрастают средние значения рисков столкнуться с пожаром и погибнуть при пожаре. На основе результатов исследований предложены организационно-технические мероприятия по снижению (как минимум в 2,5 раза) региональных рисков гибели людей при пожарах в жилых домах. Определены подходы к социально-экономическому обоснованию мер по обеспечению пожарной безопасности в жилых домах городских поселений и их реализации, которые позволяют избежать дополнительных расходов как со стороны собственников жилых помещений, так и из бюджетов различных уровней.

Ключевые слова: пожарная статистика; пожарный риск; время прибытия; пожарная автоматика; управление рисками.

DOI: 10.18322/PVB.2017.26.01.61-74

По данным официальной статистики вероятность столкнуться с пожаром для среднестатистического жителя России значительно ниже, чем в среднем по миру (в связи с национальными особенностями правил учета пожаров), а вероятность погибнуть при пожаре в несколько раз превышает среднемировые показатели.

В России значения рисков для среднестатистического жителя погибнуть при пожаре относительно 100 регистрируемых пожаров превышают среднемировые более чем в 17 раз, а риск гибели относительно 100 тыс. населения — более чем в 6 раз [1–4].

В настоящей статье рассмотрены следующие пожарные риски:

- R_1 — риск для человека столкнуться с пожаром в течение года относительно 1000 чел. (пожаров/ 10^3 чел.);
- R_2 — риск для человека погибнуть при пожаре в течение года относительно 100 пожаров (жертв/100 пожаров);

- R_3 — риск для человека погибнуть при пожаре в течение года относительно 100 тыс. чел. (жертв/ 10^5 чел.).

Высокие значения рисков в РФ объясняются высоким уровнем гибели людей при пожарах в жилом секторе, который превышает 92 % всех погибших на пожарах людей. Например, величина риска R_2 для жилых домов почти в 5 раз, а риска R_3 — в 6,5 раз выше, чем для всех других типов зданий и сооружений страны вместе взятых [5–7].

Большинство жертв пожаров в РФ (более 90 % всех погибших при пожарах) приходится на начальный период развития пожара, т. е. до прибытия пожарных подразделений. При этом более 70 % от общего числа жертв пожаров погибает ежегодно в результате воздействия продуктов горения.

Таким образом, для решения проблемы по снижению рисков гибели людей при пожарах в первую очередь необходимо снизить указанные риски в жилом секторе (в частности, разработать комплекс

организационно-технических мероприятий по снижению степени влияния опасных факторов пожара (ОФП) на человека в жилых домах уже с первых минут развития пожара).

Для решения этой проблемы авторами статьи был проведен ряд исследований по выявлению факторов, влияющих на величину рисков гибели людей при пожарах в жилых домах городских поселений. К таким факторам относятся: время прибытия пожарных подразделений к месту пожара; наличие средств пожарной автоматики (ПА) в жилых домах; сроки эксплуатации жилых зданий [8–10]. Ниже представлены обобщенные результаты проведенных исследований.

Для оценки степени влияния времени прибытия пожарных подразделений (далее — ПП) к месту вызова на изменение величины риска R_2 в жилом секторе и жилых домах городских поселений были обработаны данные карточек учета пожаров в жилом секторе и многоквартирных жилых домах городских поселений в 7 субъектах РФ за период с 2005 по 2014 гг. (табл. 1).

В итоге было установлено распределение значений риска R_2 в зависимости от времени прибытия первого ПП к месту вызова. Результаты исследования представлены на рис. 1.

В соответствии с полученным распределением независимо от времени прибытия первых ПП к месту вызова значения риска R_2 практически не изменяются и составляют в среднем около 10 погибших относительно 100 пожаров, происшедших в жилых домах. Одной из основных причин отсутствия такой,

казалось бы, очевидной зависимости является гибель большинства людей на начальной стадии развития пожара.

Поясним это на следующем примере. Проинтерполируем значения риска между моментом возникновения пожара, когда риск гибели равен 0, до момента прибытия первого ПП к месту вызова, используя данные табл. 1. График, представленный на рис. 1, будет тогда выглядеть так, как показано на рис. 2. На рисунке синим цветом выделены экспертные значения риска R_2 в промежутке времени с момента возникновения пожара до его обнаружения, желтым — значения риска R_2 в промежутке времени с момента обнаружения пожара до сообщения о нем.

Следовательно, ПП, которые прибывают согласно статистике через 1 мин после поступления сообщения о пожаре, фактически прибывают к месту вызова при самом оптимистичном варианте развития событий через 8–9 мин после возникновения пожара (около 1 % прибывших ПП). В 3 % случаев пожаров прибытие ПП приходится на 9-ю минуту развития пожара, в 7 % — на 10-ю, в 9 % — на 11-ю, а в подавляющем большинстве случаев (около 80 %) прибытие к месту вызова составляет свыше 12 мин после возникновения пожара.

Таким образом, можно сделать следующий вывод: когда на 3–4-й минуте развития пожара один из ОФП (продукты горения или пониженная концентрация кислорода) начинает действовать на людей, находящихся в помещении, в результате чего погибает более 70 % людей, время прибытия ПП к месту пожара не оказывает значительного влияния на сни-

Таблица 1. Показатели оперативного реагирования ПП в РФ (среднее за 2005–2014 гг.)

Показатель	Среднее время оперативного реагирования ПП, мин				
	от возникновения до обнаружения пожара (экспертная оценка)	от обнаружения до сообщения о пожаре	от сообщения до прибытия первого ПП	от прибытия до подачи первого ствола	от возникновения до подачи первого ствола (экспертная оценка)
Все пожары	4,0–5,0	5,9	11,6	1,5	24,0–25,0
Пожары в городах	3,0–4,0	4,0	7,9	1,7	17,0–18,0
Пожары в селах	5,0–6,0	8,0	17,7	1,3	34,0–35,0

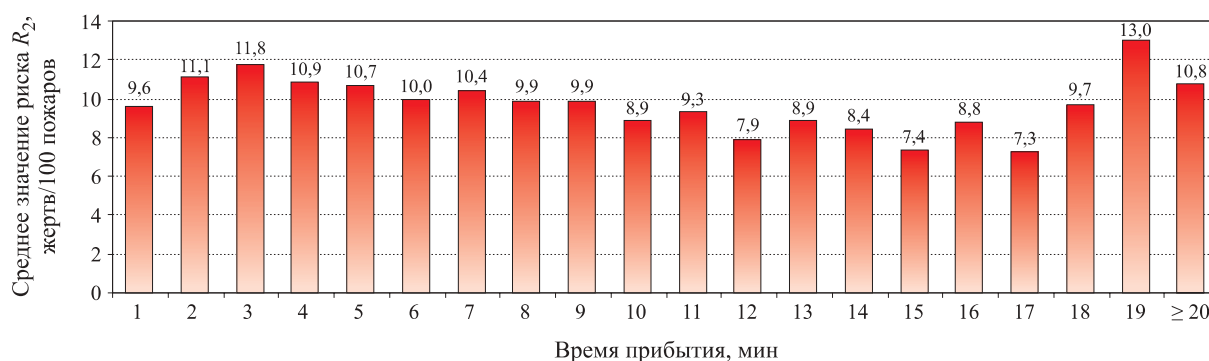


Рис. 1. Распределение риска R_2 для жилых домов городских поселений в зависимости от времени прибытия первых ПП ($t_{\text{приб}} - t_{\text{сообщ}}$) к месту вызова

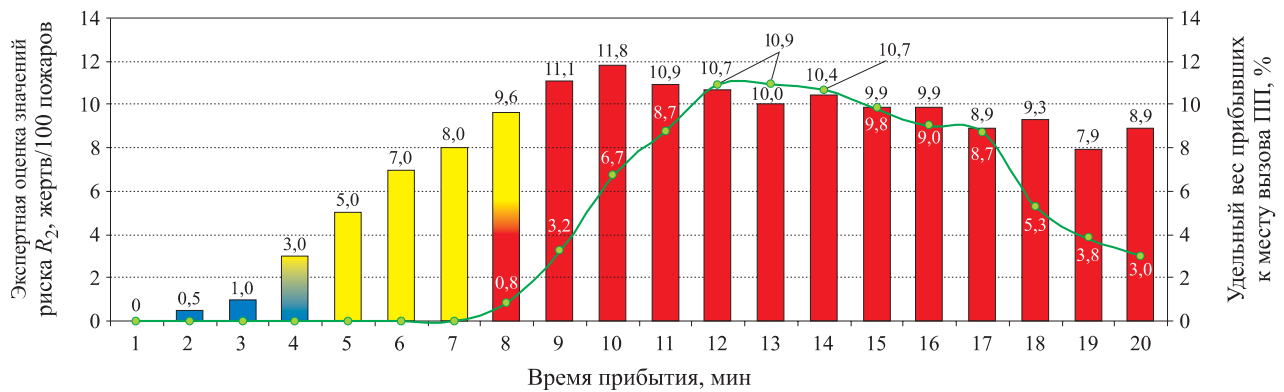


Рис. 2. Экспертная оценка распределения значений риска R_2 для жилых домов городских поселений и распределение удельного веса прибывших к месту вызова ПП с момента возникновения пожара (кривая) в зависимости от времени их прибытия ($t_{\text{приб}} - t_{\text{сообщ}} - t_{\text{обн}} - t_{\text{возн}}$)

жение значений риска R_2 , так как в лучшем случае ПП смогут прибыть только через 8–9 мин после возникновения пожара.

Именно поэтому для снижения риска гибели людей при пожарах необходимо сократить время с момента возникновения пожара до обнаружения и сообщения о пожаре, а при существующих условиях это возможно только с помощью применения средств пожарной автоматики.

Далее представлены результаты статистического анализа работоспособности различных средств ПА и количественная оценка их влияния на величину риска R_2 для жилых домов городских поселений в период 2008–2014 гг.

При исследовании было установлено, что при пожарах средства ПА свою непосредственную задачу выполняли в среднем в 40 % случаев, из них только в 1,6 % средства ПА были включены, но поставленную задачу не выполняли, а в остальных случаях (около 60 %) были или отключены, или находились в неработоспособном состоянии (табл. 2, рис. 3).

На основании данных, представленных на рис. 3, можно сделать вывод, что при существующем положении, когда более чем в 60 % случаев автоматические системы пожарной безопасности находились в неисправном или неработоспособном состоянии, средняя величина риска R_2 для жилого дома, оборудованного каким-либо из видов средств ПА, в 2,5 раза ниже, чем в необорудованных.

Аналогичные результаты наблюдаются и в других странах, где приняты законы об обязательном оборудовании всех жилых помещений автономными пожарными извещателями [5, 6]. Так, 96 % домов в США, 85 % — в Великобритании и 100 % — в Канаде оснащены автономными дымовыми пожарными извещателями, благодаря чему в этих странах достигнуты значительные темпы снижения риска гибели людей при пожарах.

На следующем этапе исследований определялась зависимость основных пожарных рисков R_1 , R_2 и R_3 от сроков эксплуатации городского жилищного фонда [7]. В результате было установлено, что при увеличении удельного веса городского жилищного фонда с длительными сроками эксплуатации возрастают и средние значения риска R_1 : от минимального — 0,2 пожара на 1 тыс. жителей при удельном весе городского жилищного фонда со сроками эксплуатации более 40 лет до 30 % до максимального — 1,0 пожар на 1 тыс. жителей при удельном весе жилищного фонда со сроками эксплуатации свыше 40 лет более 75 % (рис. 4,а).

На рис. 4,б представлена динамика распределения фактических средних значений риска R_2 в зависимости от удельного веса городского жилищного фонда со сроками эксплуатации более 40 лет. Было установлено, что с увеличением удельного веса городского жилищного фонда с длительными сроками эксплуатации возрастают и средние значения

Таблица 2. Результаты исследования работы средств ПА при пожарах в зданиях жилого назначения (2005–2014 гг.)

Показатель	Общее число пожаров	Общее число погибших, чел.	R_2 , жертв 100 пожаров	Задачу выполнила	Задачу не выполнила				
					Итого	в том числе			
						Сработала, но задачу не выполнила	Не сработала	Не включена	Прочие причины
Количество пожаров	6189	361	5,83	2476	3713	100	2642	935	36
Удельный вес случаев, %				40,01	59,99	1,62	42,69	15,11	0,58

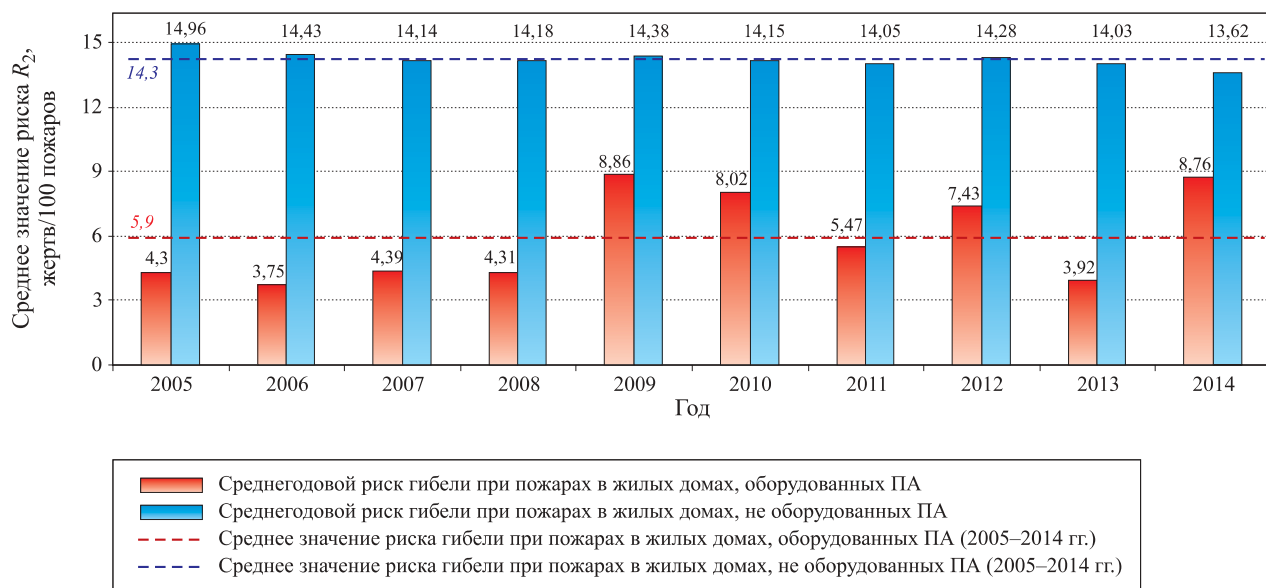


Рис. 3. Значения риска R_2 для зданий жилого назначения

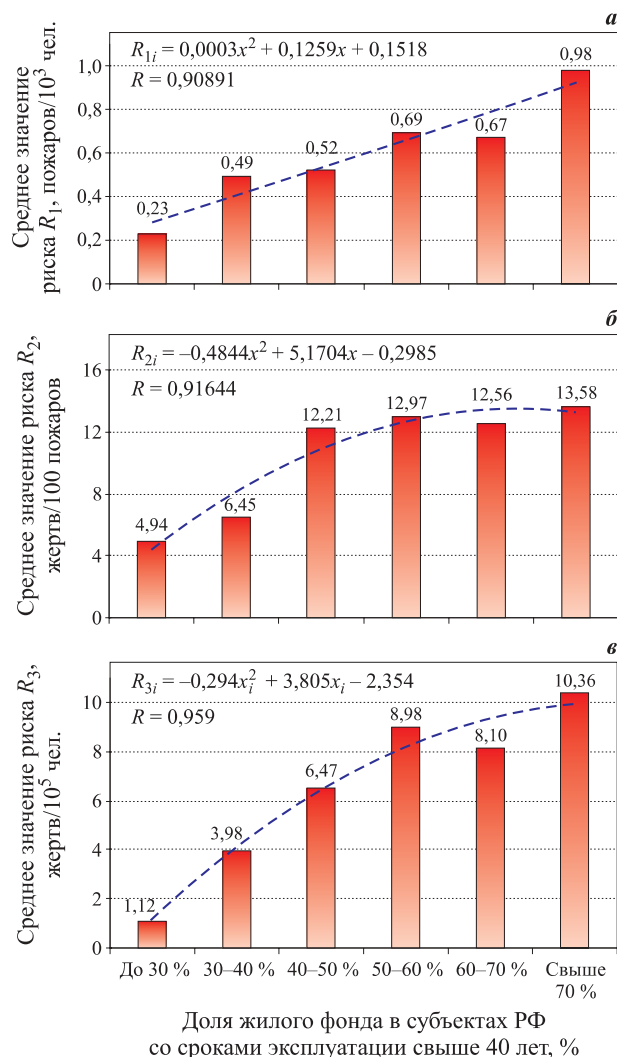


Рис. 4. Зависимость средних значений рисков R_1 (а), R_2 (б) и R_3 (в) от удельного веса городского жилищного фонда со сроками эксплуатации более 40 лет (среднее за 2007–2013 гг.): ■ — среднее значение; — — — — полиномиальное значение

риска R_2 : от минимального — 4,9 для многоквартирных жилых домов при удельном весе городского жилищного фонда со сроками эксплуатации более 40 лет до 30 % до максимального — 13,6 при удельном весе жилищного фонда со сроками эксплуатации свыше 40 лет более 75 %.

Аналогичная ситуация наблюдается и для риска R_3 (рис. 4, в), минимальное среднее значение которого составило 1,1 погибших на 100 тыс. городских жителей при удельном весе городского жилищного фонда со сроками эксплуатации более 40 лет до 30 %, а максимальное достигло 10,4 при удельном весе городского жилищного фонда со сроками эксплуатации более 40 лет свыше 75 %.

Таким образом, можно сделать следующий вывод: с увеличением сроков эксплуатации городского жилищного фонда возрастают и среднегодовые значения рисков для жителей таких домов столкнуться с пожаром или погибнуть при пожаре, что объясняется возрастающим во времени моральным и физическим износом жилых домов.

Исследование городского жилищного фонда РФ показало, что в связи с длительными сроками эксплуатации в отношении более 75 % (а в некоторых субъектах РФ более 90 %) многоквартирных жилых домов современное законодательство в области обеспечения минимально необходимых установленных условий безопасности, в том числе пожарной, неприменимо, вплоть до момента их реконструкции или капитального ремонта.

В результате проведенного анализа утвержденных и реализуемых в настоящее время региональных программ по капитальному ремонту многоквартирных жилых домов было установлено, что, наряду с восстановлением первоначальных эксплуата-

ционных характеристик ремонтируемых объектов, необходимо предусмотреть модернизацию или оснащение их недостающими видами инженерного оборудования, в том числе средствами ПА, обеспечив тем самым минимально необходимый уровень пожарной безопасности в городском жилищном фонде с длительными сроками эксплуатации.

На основе выявленных зависимостей и взаимосвязей были разработаны модели и алгоритмы прогнозирования динамики изменения величины пожарных рисков для жилых домов городских поселений в случае проведения капитальных ремонтов при одновременном оснащении их средствами ПА; определен подход к оценке ожидаемого социально-экономического эффекта при планировании мероприятий по обеспечению пожарной безопасности, а также разработана модель управления рисками для городских жителей погибнуть при пожаре в жилом доме.

Используя информацию о состоянии городского жилищного фонда РФ, общую площадь многоквартирных жилых домов городских поселений, подлежащих поэтапному оборудованию средствами ПА, определим по формулам:

$$S_{ПАji} = S_j k_{ПАi}; \quad (1)$$

$$S_{ПА} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n S_{ПАji}, \quad (2)$$

где $S_{ПАji}$ — расчетная площадь многоквартирных жилых домов городских поселений j -го субъекта РФ на i -м этапе оснащения средствами ПА, m^2 ; S_j — фактическая городская площадь многоквартирных жилых домов j -го субъекта РФ, m^2 ; $k_{ПАi}$ — коэффициент, отражающий удельный вес многоквартирных жилых домов, подлежащих оснащению средствами ПА; $S_{ПА}$ — расчетная общая городская площадь многоквартирных жилых домов в субъектах РФ, подлежащих оборудованию средствами ПА, m^2 .

Используя сведения Всероссийской переписи населения 2010 г., численность городских жителей, проживающих в многоквартирных жилых домах в анализируемых регионах, подлежащих оснащению средствами ПА, для каждого i -го этапа определим по следующим формулам:

$$P_{ПАji} = S_{ПАji} / \langle \bar{S}_j \rangle; \quad (3)$$

$$P_{ПА} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n P_{ПАji}, \quad (4)$$

где $P_{ПАji}$ — расчетная численность городского населения, проживающего в жилых домах j -го субъекта РФ, на i -м этапе оснащения их средствами ПА, чел.; $\langle \bar{S}_j \rangle$ — среднее распределение жилой площади, приходящейся на одного городского жителя j -го субъекта РФ, $m^2/\text{чел.}$;

$P_{ПА}$ — расчетная общая численность городского населения, проживающего в многоквартирных жилых домах в субъектах РФ, оснащенных средствами ПА, чел.

Моделирование числа жертв пожаров осуществлялось путем применения фактических значений риска R_3 для соответствующего региона к фактической численности городского населения этого же региона, за исключением расчетной численности городского населения, проживающего в многоквартирных жилых домах, подлежащих оборудованию средствами ПА:

$$P_{гиб-ПАji} = (P_{фактj} - P_{ПАji}) R_{3j \text{ факт}}, \quad (5)$$

где $P_{гиб-ПАji}$ — математическое ожидание числа погибших при пожарах в жилых домах, не оборудованных средствами ПА, в j -м субъекте РФ на i -м этапе оснащения ПА, чел./год;

$P_{фактj}$ — фактическая численность городского населения j -го субъекта РФ, чел.;

$R_{3j \text{ факт}}$ — фактическое значение риска R_3 для жилых домов городского поселения в j -м субъекте РФ, жертв/(10^5 чел. · год).

Исходными данными для определения фактических значений риска R_3 для многоквартирного жилого дома в соответствующем регионе РФ являлись ежегодные статистические показатели, характеризующие состояние пожарной безопасности в РФ.

Выше было показано, что риск для жителей многоквартирных жилых домов, оборудованных средствами ПА, погибнуть в течение года при пожаре в среднем в 2,5 раза ниже, чем для жителей многоквартирных жилых домов, не оборудованных ПА. Таким образом, математическое ожидание числа жертв пожаров в многоквартирных жилых домах, оборудованных средствами ПА, будет определяться по формуле

$$P_{гиб+ПАji} = P_{ПАji} R_{3j \text{ факт}} \bar{k}_{\text{факт.ПА}}, \quad (6)$$

где $P_{гиб+ПАji}$ — математическое ожидание числа погибших при пожарах в жилых домах, оборудованных средствами ПА, в j -м субъекте РФ на i -м этапе оснащения их ПА, чел./год; $\bar{k}_{\text{факт.ПА}}$ — коэффициент фактической результативности применяемых средств ПА.

Математическое ожидание числа погибших при пожарах в многоквартирных жилых домах городских поселений в субъектах РФ при реализации i -го этапа оснащения их средствами ПА можно будет определить по следующей формуле:

$$P_{гибji} = P_{гиб-ПАji} + P_{гиб+ПАji}, \quad (7)$$

где $P_{гибji}$ — математическое ожидание числа погибших при пожарах в многоквартирных жилых домах городских поселений в субъектах РФ на i -м этапе оснащения их средствами ПА, чел./год.

Используя статистические данные по жертвам пожаров, происшедших в многоквартирных жилых домах в анализируемых регионах, и математические ожидания аналогичного показателя в случае поэтапного оснащения жилых домов средствами ПА, определим ожидаемое число предотвращаемых жертв пожаров:

$$P_{\text{гиб.прог } ji} = P_{\text{гиб.факт } j} - P_{\text{гиб } ji}, \quad (8)$$

где $P_{\text{гиб.прог } ji}$ — математическое ожидание числа предотвращаемых в течение года жертв пожаров в многоквартирных жилых домах городских поселений в субъектах РФ при реализации i -го этапа, чел./год;

$P_{\text{гиб.факт } j}$ — фактическое число погибших при пожарах в многоквартирных жилых домах городских поселений в j -м субъекте РФ (среднее за 2007–2013 гг.), чел./год.

Полученная информация позволяет определить ожидаемые значения риска R_3 в зависимости от степени реализации предлагаемых мероприятий (рис. 5).

Аналогичная ситуация в настоящее время наблюдается в жилом секторе США [5, 6]. На рис. 6 представлены итоги исследования динамики риска

R_3 в зависимости от увеличения удельного веса жилых домов, оборудованных автономными дымовыми пожарными извещателями.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в отношении среднегодовых значений риска R_3 в жилых домах следует ожидать значительного снижения их при соответствующих темпах увеличения удельного веса жилых домов, оборудованных средствами ПА, с текущего среднего значения 8,1 чел. до ожидаемого минимального расчетного значения — 3,3 погибших при пожаре на 100 тыс. чел. в случае 100 %-ного оснащения жилых домов средствами ПА.

Динамика изменения фактических значений R_3 наглядно показывает, что в США при увеличении удельного веса жилых домов, оборудованных средствами ПА, наблюдается устойчивое снижение риска R_3 с максимального среднегодового значения 4,1 погибших на 100 тыс. чел. при 10 %-ном оснащении жилых домов средствами ПА до минимального — 1,0 чел. на 100 тыс. чел. при 96 %-ном оснащении.

Сравнительный анализ сведений о степени фактической работоспособности средств ПА при пожарах в жилых домах в РФ и США показал, что она практически идентична (рис. 7).

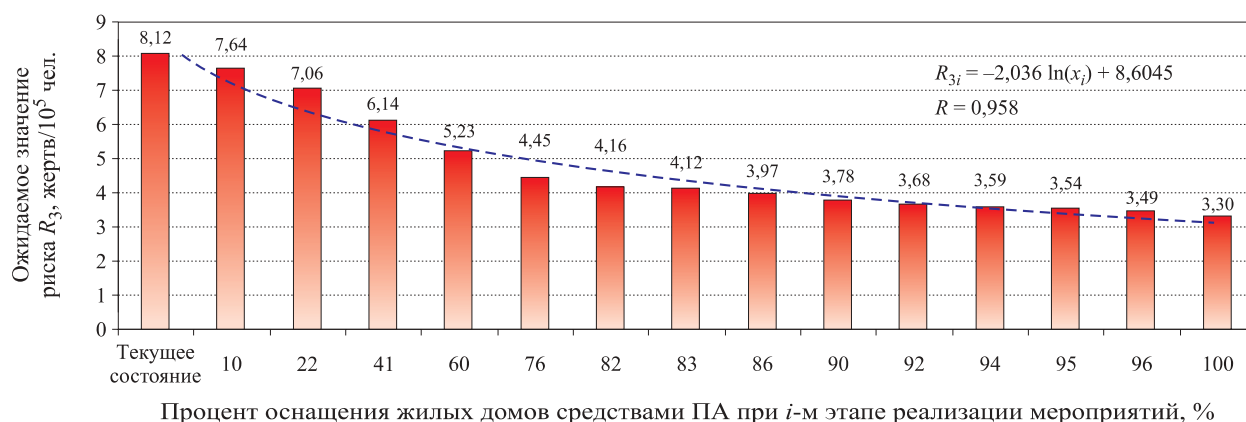


Рис. 5. Моделирование значений риска R_3 в зависимости от изменения удельного веса жилых домов, оборудованных средствами ПА на i -м этапе оснащения

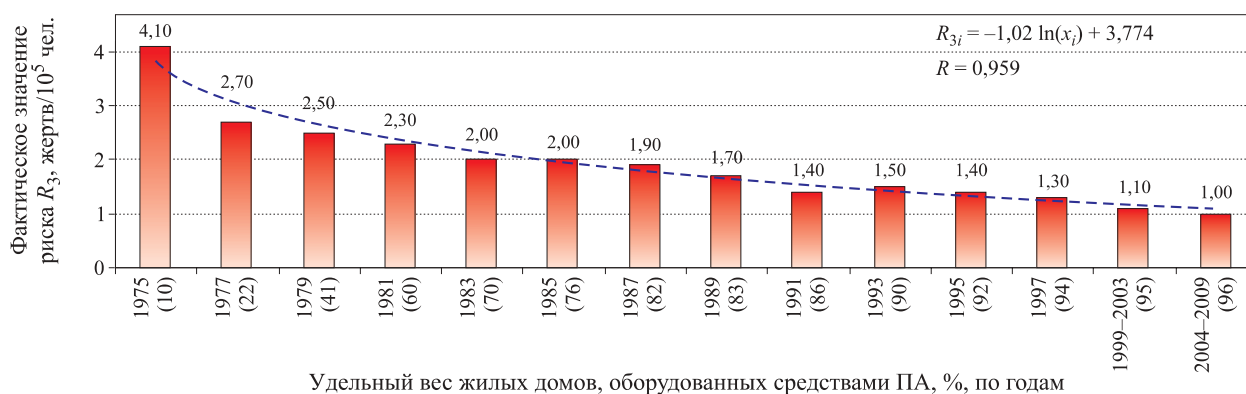


Рис. 6. Фактические значения риска R_3 при пожарах в жилых домах в США в зависимости от изменения удельного веса жилых домов, оборудованных ПА (средние за 1975–2009 гг.)



Рис. 7. Результаты сравнительного анализа степени работоспособности средств ПА при пожарах в жилых домах в России (а) и США (б)

Приведенные факты свидетельствуют о том, что анализируемыми факторами, влияющими на гибель людей при пожарах в жилых домах, необходимо и можно управлять, а полученные математические ожидания значений рисков R_3 для жилых домов в зависимости от реализации предлагаемых мероприятий можно считать обоснованными.

На следующем этапе стоял вопрос об определении социально-экономической целесообразности реализации предлагаемых мероприятий.

С этой целью разработан подход к определению ожидаемого социально-экономического эффекта, который основан на сопоставлении ожидаемых последствий пожаров и соответствующих сумм рас-

ходов, необходимых для реализации предлагаемых мероприятий, приведенных к одной ожидаемой предотвращенной жертве пожара. При этом применялся подход отечественных исследователей к экономической оценке жизни среднестатистического человека, в результате чего был установлен экономический эквивалент жизни одного человека, который в свою очередь позволил определить сумму социально-экономического ущерба (далее — СЭУ), наносимого экономике страны в случае гибели при пожаре одного среднестатистического человека [11–13].

На рис. 8 представлены результаты моделирования ожидаемых сумм ежегодных расходов для соответствующих этапов по дооборудованию жилых домов средствами ПА, приведенных к одной предотвращенной жертве пожара.

Закономерно, что пожары в жилых домах, в результате которых погибают люди, происходят внезапно и не в каждом доме. Соответственно, в связи с незначительным освоением площади жилищного фонда на начальном этапе реализации предлагаемых мероприятий потребуются существенные расходы при относительно небольшом числе предотвращенных жертв пожаров.

Так, на первом году реализации предлагаемых мероприятий для недопущения одной жертвы пожара потребуется более 55 млн. руб., а в дальнейшем, при поэтапном плановом увеличении удельного веса площади городского жилищного фонда, оборудованного средствами ПА, ожидается значительное увеличение ежегодного числа предотвращенных жертв пожаров, что в свою очередь снизит расходы, приведенные к одной недопущенной жертве пожара.

В соответствии с результатами проведенного моделирования по истечении 4-го года реализации предлагаемых мероприятий и достижения планового 13 %-ного оснащения жилых домов средствами ПА ожидаемые расходы по предотвращению

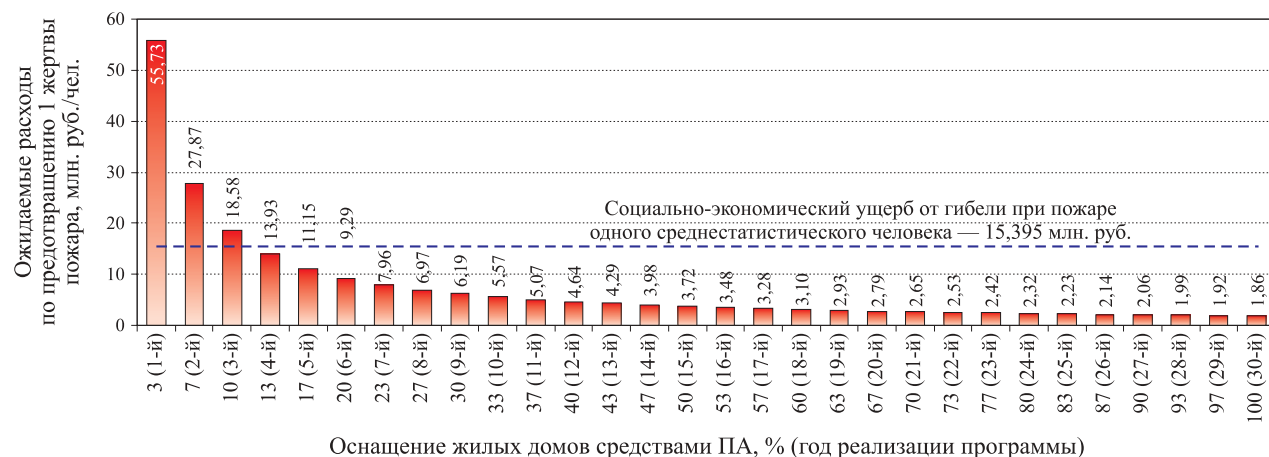


Рис. 8. Результаты моделирования ожидаемых сумм ежегодных расходов по предотвращению одной жертвы пожара с начала реализации региональной программы по капитальному ремонту многоквартирных жилых домов

Таблица 3. Результаты моделирования сумм социально-экономического эффекта $\Sigma \mathcal{E}_i$ при планировании мероприятий по дооборудованию многоквартирных жилых домов средствами ПА при реализации региональной Программы по капитальному ремонту жилых домов

Регион	1-й год (3 %)	2-й год (7 %)	3-й год (10 %)	4-й год (13 %)	5-й год (17 %)	6-й год (20 %)	7-й год (23 %)	8-й год (27 %)	9-й год (30 %)	10-й год (33 %)	11-й год (37 %)	12-й год (40 %)	13-й год (43 %)	14-й год (47 %)	15-й год (50 %)	16-й год (53 %)	17-й год (57 %)	18-й год (60 %)	19-й год (63 %)	20-й год (67 %)	21-й год (70 %)	22-й год (73 %)	23-й год (77 %)	24-й год (80 %)	25-й год (83 %)	26-й год (87 %)	27-й год (90 %)	28-й год (93 %)	29-й год (97 %)	30-й год (100 %)	
Белгородская область	-88,2	-36,4	-19,1	-10,5	-5,3	-1,9	0,6	2,4	3,9	5,0	6,0	6,8	7,4	8,0	8,5	8,9	9,3	9,6	9,9	10,2	10,5	10,7	10,9	11,1	11,3	11,4	11,6	11,7	11,8	11,9	
Владимирская область	-13,6	0,9	5,7	8,1	9,6	10,6	11,3	11,8	12,2	12,5	12,8	13,0	13,2	13,3	13,5	13,6	13,7	13,8	13,9	13,9	14,0	14,1	14,1	14,2	14,2	14,3	14,3	14,4	14,4	14,4	
Воронежская область	-41,4	-13,0	-3,5	1,2	4,0	5,9	7,3	8,3	9,1	9,7	10,2	10,7	11,0	11,3	11,6	11,9	12,1	12,2	12,4	12,6	12,7	12,8	12,9	13,0	13,1	13,2	13,3	13,4	13,4	13,5	
Ивановская область	-9,7	2,8	7,0	9,1	10,4	11,2	11,8	12,3	12,6	12,9	13,1	13,3	13,5	13,6	13,7	13,8	13,9	14,0	14,1	14,1	14,2	14,3	14,3	14,4	14,4	14,4	14,5	14,5	14,6	14,6	
Калужская область	-26,9	-5,8	1,3	4,8	6,9	8,3	9,4	10,1	10,7	11,2	11,6	11,9	12,1	12,4	12,6	12,8	12,9	13,0	13,2	13,3	13,3	13,4	13,5	13,6	13,6	13,7	13,8	13,8	13,9	13,9	14,0
Костромская область	-14,3	0,5	5,5	8,0	9,5	10,4	11,2	11,7	12,1	12,4	12,7	12,9	13,1	13,3	13,4	13,5	13,7	13,7	13,8	13,8	13,9	14,0	14,0	14,1	14,2	14,2	14,3	14,3	14,4	14,4	14,4
Липецкая область	-47,0	-15,8	-5,4	-0,2	2,9	5,0	6,5	7,6	8,5	9,2	9,7	10,2	10,6	10,9	11,2	11,5	11,7	11,9	12,1	12,3	12,3	12,4	12,6	12,7	12,8	12,9	13,0	13,1	13,2	13,2	13,3
Московская область	-49,6	-17,1	-6,3	-0,9	2,4	4,6	6,1	7,3	8,2	8,9	9,5	10,0	10,4	10,8	11,1	11,3	11,6	11,8	12,0	12,1	12,1	12,3	12,4	12,6	12,7	12,8	12,9	13,0	13,1	13,2	13,2
Орловская область	-44,0	-14,3	-4,4	0,5	3,5	5,5	6,9	8,0	8,8	9,5	10,0	10,4	10,8	11,2	11,4	11,7	11,9	12,1	12,3	12,4	12,4	12,6	12,7	12,8	12,9	13,0	13,1	13,2	13,3	13,4	13,4
Рязанская область	-17,3	-0,9	4,5	7,2	8,9	10,0	10,7	11,3	11,8	12,1	12,4	12,7	12,9	13,1	13,2	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,8	13,9	14,0	14,0	14,1	14,1	14,2	14,2	14,3	14,3	14,3
Смоленская область	-18,8	-1,7	4,0	6,9	8,6	9,7	10,5	11,1	11,6	12,0	12,3	12,6	12,8	13,0	13,1	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,7	13,8	13,9	14,0	14,0	14,1	14,1	14,2	14,2	14,3	14,3
Тверская область	-19,4	-2,0	3,8	6,7	8,4	9,6	10,4	11,1	11,5	11,9	12,2	12,5	12,7	12,9	13,1	13,2	13,4	13,5	13,6	13,7	13,7	13,8	13,9	14,0	14,0	14,1	14,1	14,2	14,2	14,2	14,2
Тульская область	-27,0	-5,8	1,3	4,8	6,9	8,3	9,3	10,1	10,7	11,2	11,5	11,9	12,1	12,4	12,6	12,7	12,9	13,0	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,6	13,7	13,8	13,8	13,9	13,9	14,0	14,0
Ярославская область	-15,2	0,1	5,2	7,7	9,3	10,3	11,0	11,6	12,0	12,3	12,6	12,8	13,0	13,2	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,9	13,9	14,0	14,1	14,1	14,2	14,2	14,3	14,3	14,3	14,4	14,4
г. Москва	-67,4	-26,0	-12,2	-5,3	-1,2	1,6	3,6	5,0	6,2	7,1	7,9	8,5	9,0	9,5	9,9	10,2	10,5	10,8	11,0	11,3	11,5	11,6	11,8	11,9	12,1	12,2	12,3	12,4	12,5	12,6	12,6
г. Москва	-67,4	-26,0	-12,2	-5,3	-1,2	1,6	3,6	5,0	6,2	7,1	7,9	8,5	9,0	9,5	9,9	10,2	10,5	10,8	11,0	11,3	11,5	11,6	11,8	11,9	12,1	12,2	12,3	12,4	12,5	12,6	12,6
Республика Коми	-20,9	-2,7	3,3	6,3	8,1	9,4	10,2	10,9	11,4	11,8	12,1	12,4	12,6	12,8	13,0	13,1	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,8	13,9	14,0	14,1	14,1	14,1	14,2	14,2	14,2
Архангельская область	-22,6	-3,6	2,7	5,9	7,8	9,1	10,0	10,7	11,2	11,6	11,9	12,2	12,5	12,7	12,9	13,0	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,9	14,0	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1
Калининградская область	-28,2	-6,4	0,9	4,5	6,7	8,1	9,2	9,9	10,6	11,0	11,4	11,8	12,0	12,3	12,5	12,7	12,8	13,0	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,7	13,8	13,8	13,9	13,9	13,9
Ленинградская область	-18,8	-1,7	4,0	6,8	8,6	9,7	10,5	11,1	11,6	12,0	12,3	12,5	12,8	13,0	13,1	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,7	13,8	13,9	14,0	14,1	14,1	14,2	14,2	14,3	14,3	14,3
Мурманская область	-24,6	-4,6	2,1	5,4	7,4	8,7	9,7	10,4	11,0	11,4	11,8	12,1	12,3	12,5	12,7	12,9	13,0	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,9	14,0	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1
Новгородская область	-9,1	3,1	7,2	9,3	10,5	11,3	11,9	12,3	12,7	12,9	13,2	13,4	13,5	13,6	13,8	13,9	14,0	14,1	14,2	14,2	14,3	14,3	14,4	14,4	14,5	14,5	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6
Псковская область	-8,8	3,3	7,3	9,3	10,6	11,4	11,9	12,4	12,7	13,0	13,2	13,4	13,5	13,7	13,8	13,9	14,0	14,1	14,1	14,2	14,2	14,3	14,3	14,4	14,4	14,5	14,5	14,6	14,6	14,6	14,6

г. Санкт-Петербург	-40,8	-12,7	-3,3	1,3	4,2	6,0	7,4	8,4	9,2	9,8	10,3	10,7	11,1	11,4	11,7	11,9	12,1	12,3	12,4	12,6	12,7	12,8	13,0	13,1	13,2	13,2	13,3	13,4	13,5	13,5
Республика Адыгея	-136	-60,1	-34,9	-22,4	-14,8	-9,8	-6,2	-3,5	-1,4	0,3	1,7	2,8	3,8	4,6	5,3	6,0	6,5	7,0	7,5	7,8	8,2	8,5	8,8	9,1	9,4	9,6	9,8	10,0	10,2	10,4
Республика Калмыкия	-121	-52,9	-30,1	-18,7	-11,9	-7,4	-4,1	-1,7	0,2	1,7	3,0	4,0	4,9	5,6	6,3	6,9	7,4	7,8	8,2	8,6	8,9	9,2	9,5	9,7	9,9	10,1	10,3	10,5	10,7	10,8
Астраханская область	-23,6	-4,1	2,4	5,6	7,6	8,9	9,8	10,5	11,1	11,5	11,9	12,1	12,4	12,6	12,8	13,0	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,8	13,9	14,0	14,0	14,1	14,1
Волгоградская область	-20,4	-2,5	3,5	6,5	8,2	9,4	10,3	10,9	11,4	11,8	12,1	12,4	12,6	12,8	13,0	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,8	13,9	14,0	14,0	14,1	14,1	14,2	14,2
Ростовская область	-42,4	-13,5	-3,9	0,9	3,8	5,8	7,1	8,2	9,0	9,6	10,1	10,6	11,0	11,3	11,5	11,8	12,0	12,2	12,4	12,5	12,6	12,8	12,9	13,0	13,1	13,2	13,3	13,3	13,4	13,5
Республика Дагестан	-404	-194	-124,3	-89,4	-68,4	-54,5	-44,5	-37,0	-31,2	-26,5	-22,7	-19,5	-16,8	-14,5	-12,5	-10,8	-9,3	-7,9	-6,7	-5,6	-4,6	-3,7	-2,8	-2,1	-1,4	-0,7	-0,1	0,4	0,9	1,4
Кабардино-Балкарская республика	-157	-70,7	-42,0	-27,7	-19,0	-13,3	-9,2	-6,1	-3,7	-1,8	-0,3	1,0	2,2	3,1	3,9	4,6	5,3	5,8	6,3	6,8	7,2	7,6	7,9	8,2	8,5	8,8	9,0	9,2	9,5	9,7
Чеченская республика	-250	-117	-73,0	-50,9	-37,6	-28,8	-22,5	-17,7	-14,1	-11,1	-8,7	-6,7	-5,0	-3,5	-2,3	-1,2	-0,2	0,7	1,4	2,1	2,8	3,4	3,9	4,4	4,8	5,2	5,6	5,9	6,3	6,6
Республика Башкортостан	-58,5	-21,6	-9,2	-3,1	0,6	3,1	4,8	6,2	7,2	8,0	8,7	9,2	9,7	10,1	10,5	10,8	11,1	11,3	11,5	11,7	11,9	12,0	12,2	12,3	12,4	12,6	12,7	12,8	12,9	12,9
Республика Марий Эл	-25,0	-4,8	1,9	5,3	7,3	8,7	9,6	10,4	10,9	11,4	11,7	12,0	12,3	12,5	12,7	12,9	13,0	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,6	13,7	13,8	13,8	13,9	14,0	14,0	14,1
Республика Мордовия	-33,1	-8,9	-0,8	3,3	5,7	7,3	8,5	9,3	10,0	10,5	11,0	11,4	11,7	11,9	12,2	12,4	12,5	12,7	12,8	13,0	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5	13,5	13,6	13,7	13,7	13,8
Республика Татарстан	-43,5	-14,0	-4,2	0,7	3,6	5,6	7,0	8,0	8,9	9,5	10,0	10,5	10,9	11,2	11,5	11,7	11,9	12,1	12,3	12,5	12,6	12,7	12,8	12,9	13,0	13,1	13,2	13,3	13,4	13,4
Удмуртская республика	-28,3	-6,5	0,8	4,5	6,7	8,1	9,2	9,9	10,5	11,0	11,4	11,8	12,0	12,3	12,5	12,7	12,8	13,0	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,7	13,8	13,8	13,9	13,9
Чувашская республика	-42,7	-13,6	-4,0	0,9	3,8	5,7	7,1	8,1	8,9	9,6	10,1	10,6	10,9	11,3	11,5	11,8	12,0	12,2	12,3	12,5	12,6	12,8	12,9	13,0	13,1	13,2	13,2	13,3	13,4	13,5
Пермский край	-18,9	-1,8	4,0	6,8	8,5	9,7	10,5	11,1	11,6	12,0	12,3	12,5	12,8	12,9	13,1	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,8	13,9	14,0	14,0	14,1	14,1	14,2	14,2	14,3
Кировская область	1,4	8,4	10,7	11,9	12,6	13,1	13,4	13,7	13,8	14,0	14,1	14,2	14,3	14,4	14,5	14,5	14,6	14,6	14,7	14,7	14,7	14,8	14,8	14,8	14,8	14,9	14,9	14,9	14,9	14,9
Нижегородская область	-16,1	-0,4	4,9	7,5	9,1	10,1	10,9	11,5	11,9	12,2	12,5	12,8	13,0	13,1	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,9	14,0	14,0	14,1	14,1	14,2	14,2	14,3	14,3	14,3
Оренбургская область	-36,8	-10,7	-2,0	2,3	5,0	6,7	7,9	8,9	9,6	10,2	10,7	11,0	11,4	11,7	11,9	12,1	12,3	12,5	12,7	12,8	12,9	13,0	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5	13,5	13,6	13,7
Пензенская область	-35,6	-10,1	-1,6	2,7	5,2	6,9	8,1	9,0	9,7	10,3	10,8	11,2	11,5	11,8	12,0	12,2	12,4	12,6	12,7	12,9	13,0	13,1	13,2	13,3	13,4	13,4	13,5	13,6	13,6	13,7
Самарская область	-38,4	-11,5	-2,5	2,0	4,6	6,4	7,7	8,7	9,4	10,0	10,5	10,9	11,3	11,6	11,8	12,0	12,2	12,4	12,6	12,7	12,8	13,0	13,1	13,2	13,2	13,3	13,4	13,5	13,5	13,6
Саратовская область	-21,5	-3,1	3,1	6,2	8,0	9,2	10,1	10,8	11,3	11,7	12,0	12,3	12,6	12,8	12,9	13,1	13,2	13,3	13,5	13,6	13,7	13,7	13,8	13,9	13,9	14,0	14,0	14,1	14,1	14,2
Ульяновская область	-40,6	-12,6	-3,3	1,4	4,2	6,1	7,4	8,4	9,2	9,8	10,3	10,7	11,1	11,4	11,7	11,9	12,1	12,3	12,5	12,6	12,7	12,9	13,0	13,1	13,2	13,2	13,3	13,4	13,5	13,5
Курганская область	-16,9	-0,7	4,6	7,3	8,9	10,0	10,8	11,4	11,8	12,2	12,5	12,7	12,9	13,1	13,2	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,9	13,9	14,0	14,1	14,1	14,2	14,2	14,3	14,3	14,3
Свердловская область	-16,4	-0,5	4,8	7,5	9,0	10,1	10,9	11,4	11,9	12,2	12,5	12,8	13,0	13,1	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,9	14,0	14,0	14,1	14,1	14,2	14,2	14,3	14,3	14,3

Окончание табл. 3

Регион	1-й год (3 %)	2-й год (7 %)	3-й год (10 %)	4-й год (13 %)	5-й год (17 %)	6-й год (20 %)	7-й год (23 %)	8-й год (27 %)	9-й год (30 %)	10-й год (33 %)	11-й год (37 %)	12-й год (40 %)	13-й год (43 %)	14-й год (47 %)	15-й год (50 %)	16-й год (53 %)	17-й год (57 %)	18-й год (60 %)	19-й год (63 %)	20-й год (67 %)	21-й год (70 %)	22-й год (73 %)	23-й год (77 %)	24-й год (80 %)	25-й год (83 %)	26-й год (87 %)	27-й год (90 %)	28-й год (93 %)	29-й год (97 %)	30-й год (100 %)	
Ханты-Ман- сийский АО	-52,3	-18,4	-7,2	-1,5	1,9	4,1	5,7	6,9	7,9	8,6	9,2	9,8	10,2	10,6	10,9	11,2	11,4	11,6	11,8	12,0	12,2	12,3	12,5	12,6	12,7	12,8	12,9	13,0	13,1	13,1	13,1
Ямало- Неицкий АО	-35,9	-10,2	-1,7	2,6	5,1	6,9	8,1	9,0	9,7	10,3	10,7	11,1	11,5	11,7	12,0	12,2	12,4	12,6	12,7	12,8	13,0	13,1	13,2	13,3	13,3	13,4	13,5	13,6	13,6	13,7	13,7
Республика Алтай	-39,0	-11,8	-2,7	1,8	4,5	6,3	7,6	8,6	9,4	10,0	10,5	10,9	11,2	11,5	11,8	12,0	12,2	12,4	12,4	12,5	12,7	12,9	13,0	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5	13,5	13,5	13,6
Республика Бурятия	-20,1	-2,4	3,6	6,5	8,3	9,5	10,3	11,0	11,5	11,8	12,2	12,4	12,7	12,9	13,0	13,2	13,3	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,9	14,0	14,0	14,1	14,1	14,2	14,2	14,2
Республика Тыва	-35,2	-9,9	-1,5	2,8	5,3	7,0	8,2	9,1	9,8	10,3	10,8	11,2	11,5	11,8	12,0	12,2	12,4	12,6	12,7	12,9	12,9	13,0	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5	13,5	13,6	13,7	13,7
Республика Хакасия	-33,0	-8,8	-0,7	3,3	5,7	7,3	8,5	9,4	10,0	10,6	11,0	11,4	11,7	11,9	12,2	12,4	12,6	12,7	12,7	12,9	13,0	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5	13,5	13,6	13,7	13,7	13,8
Алтайский край	-14,9	0,2	5,3	7,8	9,3	10,3	11,1	11,6	12,0	12,4	12,6	12,9	13,1	13,2	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,9	14,0	14,0	14,1	14,1	14,2	14,3	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4
Забайкальский край	-12,9	1,3	6,0	8,3	9,7	10,7	11,4	11,9	12,3	12,6	12,8	13,0	13,2	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,9	14,0	14,1	14,1	14,2	14,2	14,3	14,4	14,4	14,4	14,4	14,5	14,5
Красноярский край	-19,9	-2,3	3,6	6,6	8,3	9,5	10,4	11,0	11,5	11,9	12,2	12,5	12,7	12,9	13,0	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,9	13,9	14,0	14,0	14,1	14,1	14,2	14,2	14,2
Иркутская область	-15,2	0,1	5,2	7,7	9,3	10,3	11,0	11,6	12,0	12,3	12,6	12,8	13,0	13,2	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,9	13,9	14,0	14,1	14,1	14,2	14,3	14,3	14,3	14,3	14,4	14,4
Кемеровская область	-8,3	3,6	7,5	9,5	10,7	11,5	12,0	12,4	12,8	13,0	13,2	13,4	13,6	13,7	13,8	13,9	14,0	14,1	14,2	14,3	14,4	14,4	14,5	14,5	14,5	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6
Новосибир- ская область	-22,2	-3,4	2,9	6,0	7,9	9,1	10,0	10,7	11,2	11,6	12,0	12,3	12,5	12,7	12,9	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,8	13,9	14,0	14,0	14,1	14,1	14,1	14,1
Омская область	-19,0	-1,8	3,9	6,8	8,5	9,7	10,5	11,1	11,6	12,0	12,3	12,5	12,8	12,9	13,1	13,2	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,8	13,9	14,0	14,0	14,1	14,1	14,2	14,2	14,3	14,3
Томская область	-35,6	-10,1	-1,6	2,7	5,2	6,9	8,1	9,0	9,7	10,3	10,8	11,2	11,5	11,8	12,0	12,2	12,4	12,6	12,7	12,9	13,0	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,6	13,7	13,7	13,7
Республика Саха	-17,2	-0,9	4,5	7,2	8,9	10,0	10,7	11,3	11,8	12,1	12,4	12,7	12,9	13,1	13,2	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,8	13,9	14,0	14,0	14,1	14,1	14,2	14,2	14,3	14,3	14,3
Камчатский край	-23,6	-4,1	2,4	5,6	7,6	8,9	9,8	10,5	11,1	11,5	11,9	12,1	12,4	12,6	12,8	13,0	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,8	13,9	14,0	14,0	14,1	14,1	14,1
Приморский край	-14,0	0,7	5,6	8,1	9,5	10,5	11,2	11,7	12,1	12,5	12,7	13,0	13,1	13,3	13,4	13,6	13,7	13,8	13,9	13,9	14,0	14,1	14,1	14,2	14,2	14,3	14,3	14,4	14,4	14,4	14,4
Хабаровский край	-13,3	1,0	5,8	8,2	9,7	10,6	11,3	11,8	12,2	12,5	12,8	13,0	13,2	13,3	13,5	13,6	13,7	13,8	13,9	14,0	14,0	14,1	14,2	14,2	14,3	14,3	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4
Амурская область	-7,5	3,9	7,8	9,7	10,8	11,6	12,1	12,5	12,9	13,1	13,3	13,5	13,6	13,8	13,9	14,0	14,1	14,1	14,2	14,3	14,4	14,4	14,4	14,4	14,5	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6
Сахалинская область	-5,8	4,8	8,3	10,1	11,2	11,9	12,4	12,7	13,0	13,3	13,5	13,6	13,8	13,9	14,0	14,1	14,2	14,2	14,3	14,3	14,4	14,4	14,5	14,5	14,6	14,6	14,6	14,6	14,7	14,7	14,7
Еврейская АО	-6,6	4,4	8,1	9,9	11,0	11,7	12,3	12,7	13,0	13,2	13,4	13,6	13,7	13,8	13,9	14,0	14,1	14,2	14,2	14,3	14,3	14,4	14,4	14,5	14,5	14,6	14,6	14,6	14,6	14,7	14,7
Чукотский АО	-33,0	-8,8	-0,7	3,3	5,7	7,3	8,5	9,3	10,0	10,6	11,0	11,4	11,7	11,9	12,2	12,4	12,6	12,7	12,9	13,0	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,7	13,7	13,7	13,8

гибели при пожаре 1 чел. уже не превышают сумму СЭУ, наносимого экономике региона, от гибели при пожаре одного среднестатистического человека (15,395 млн. руб. (см. рис. 8)).

В табл. 3 представлены результаты моделирования сумм социально-экономического эффекта $\Sigma \mathcal{E}_{ji}$ для городских поселений j -х субъектов РФ при реализации i -х этапов по оборудованию жилых домов средствами ПА.

Планируемый социально-экономический эффект $\Sigma \mathcal{E}_{ji}$ определялся как разность между математическими ожиданиями сумм ежегодно предотвращаемого СЭУ, достигаемого за счет планируемого сокращения числа погибших при пожарах в многоквартирных жилых домах в субъектах РФ при поэтапном оборудовании их средствами ПА, и соответствующих им ожидаемых сумм расходов, приведенных к одной предотвращенной жертве пожара.

Красным цветом в табл. 3 выделен достигаемый отрицательный социально-экономический эффект $\Sigma \mathcal{E}_{ji}$, т. е. когда планируемые расходы, необходимые для соответствующего этапа и года реализации мероприятий по дооборудованию многоквартирных жилых домов средствами ПА (приведенные к одной предотвращенной жертве пожара), превышают предотвращаемый социально-экономический ущерб от гибели при пожаре 1 чел. В остальных ячейках даны планируемые расходы по дооборудованию средствами ПА (приведенные к одной предотвращенной жертве пожара), не превышающие предотвращаемый СЭУ для экономики региона от гибели при пожаре одного среднестатистического человека, т. е. достигается положительный социально-экономический эффект $\Sigma \mathcal{E}_{ji}$.

В соответствии с результатами моделирования социально-экономического эффекта в ряде регионов РФ положительное значение в основном должно быть достигнуто на 2–3-м году реализации предлагаемых мероприятий, но одновременно выявлен и ряд регионов, где предлагаемые мероприятия, направленные на снижение пожарных рисков в жилых домах посредством оснащения средствами ПА, нецелесообразны.

По результатам проведенных исследований была предложена схема модели управления риском R_3 для жителей жилых домов погибнуть при пожаре.

Предложенная схема предусматривает взаимодействие федеральных органов исполнительной власти, в данном случае территориальных подразделений МЧС России и органов исполнительной власти субъектов РФ, в пределах их компетенций в части обеспечения минимально необходимого уровня пожарной безопасности в городском жилищном фонде с длительными сроками эксплуатации при проведении капитальных ремонтов.

С учетом того что в соответствии с действующим федеральным законодательством субъекты РФ при наличии средств и экономии наделены полномочиями определять и утверждать дополнительный перечень услуг и работ по капитальному ремонту в жилых домах, а согласно полученным результатам моделирования на реализацию предлагаемых мероприятий потребуется около 1 % экономии, которая может быть достигнута в результате применения федерального законодательства по контрактной системе, существует реальная возможность решить проблему высоких значений рисков гибели людей при пожарах без использования дополнительных ресурсов собственников жилых помещений или бюджетов различных уровней.

Таким образом, в случае применения разработанной модели управления рисками одновременно с достижением значительного снижения рисков гибели при пожарах существенным фактором для реализации мероприятий является и предотвращаемый СЭУ, достигаемый за счет недопущения жертв пожаров и сокращения дополнительных расходов ограниченных ресурсов, отвлекаемых на компенсацию последствий пожаров.

Выводы

Более чем в 90 % случаев гибель людей при пожарах в жилых домах происходит непосредственно в первые минуты развития пожара, до прибытия пожарных подразделений.

При существующих условиях время прибытия пожарных подразделений к месту пожара не оказывает значительного влияния на величину риска для человека погибнуть при пожаре в жилом доме. Это связано с тем, что опасные факторы пожара начинают действовать на людей, находящихся в помещении, уже в самом начале развития пожара — на 3–4-й минуте, а время с момента возникновения пожара до прибытия первых пожарных подразделений к месту вызова в 80 % случаев составляет более 12 мин (экспертная оценка).

Следовательно, для снижения человеческих потерь от пожаров необходимо обеспечить сокращение промежутка времени от возникновения до обнаружения пожара, на которое и приходится подавляющее число жертв пожаров, а это возможно только при массовом оснащении жилых домов средствами ПА.

Исследование официальной статистической информации о фактических результатах работы средств ПА в жилых домах показало, что в 60 % случаев средства ПА находились в неисправном или неработоспособном состоянии. Несмотря на это средняя величина риска для человека погибнуть при пожаре в жилом доме, оборудованном средствами ПА,

в 2,5 раза ниже, чем при пожарах в жилых домах, не оборудованных ими.

Установлено, что с увеличением удельного веса городского жилищного фонда с длительными сроками эксплуатации возрастают и средние значения основных пожарных рисков для жителей таких домов столкнуться с пожаром и погибнуть при пожаре в течение года. При сравнении регионов РФ, в которых городской жилищный фонд со сроками эксплуатации свыше 40 лет составил менее 30 и более 70 %, значения основных пожарных рисков были превышены в 5 раз для R_1 , в 2,7 раза — для R_2 и в 9,5 раз — для R_3 .

Результаты моделирования на примере городских поселений в 69 субъектах РФ показали, что при планируемом 10 %-ном оснащении жилых домов городских поселений в анализируемых регионах средствами ПА ежегодное число предотвращаемых жертв пожаров может составить 5–6 % от общего фактического числа рассматриваемой категории погибших. В случае максимально возможного 100 %-ного оснащения жилых домов средствами ПА среднегодовое число предотвращаемых жертв пожаров может достигнуть 52–53 % от общего числа, исходя из фактической степени работоспособности средств ПА в жилых домах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Brushlinsky N. N., Hall J., Sokolov S. V., Wagner P. World Fire Statistics / Center of Fire Statistics of CTIF. — 2010–2016. — Reports No. 15–21. URL: <http://ctif.org/ctif/world-fire-statistics> (дата обращения: 05.10.2016).
2. Пожары и пожарная безопасность в 2013 г. : статистический сборник. — М. : ВНИИПО, 2014.
3. Пожары и пожарная безопасность в 2014 г. : статистический сборник. — М. : ВНИИПО, 2015.
4. Пожары и пожарная безопасность в 2015 г. : статистический сборник. — М. : ВНИИПО, 2016.
5. Ahrens M. Smoke alarms in U. S. home fires. — Quincy, MA : NFPA, 2011. — 81 p.
6. Ahrens M. Smoke alarms in U. S. home fires. — Quincy, MA : NFPA, 2015. — 74 p.
7. Программа повышения энергоэффективности городского жилищного сектора в Российской Федерации — разработка модели и нормативно-правовой базы. — М. : Институт экономики города, 2013. URL: <http://www.urbanecomics.ru/node/4375> (дата обращения: 05.10.2016).
8. Соколов С. В., Костюченко Д. В. Эффективность средств пожарной автоматики на пожарах в жилых домах // Пожаровзрывобезопасность. — 2014. — Т. 23, № 6. — С. 70–75.
9. Соколов С. В., Федоров А. В., Костюченко Д. В. Обеспечение пожарной безопасности с помощью средств пожарной автоматики в многоквартирных жилых домах при реализации региональных программ по их капитальному ремонту // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. — 2015. — № 1. — С. 41–47.
10. Соколов С. В., Костюченко Д. В. Оценка влияния сроков эксплуатации зданий жилого назначения на последствия от пожара // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. — 2014. — № 1. — С. 64–69.
11. Харисов Г. Х. Экономический эквивалент человеческой жизни : монография. — Изд. 2-е, испр. и доп. — М. : Академия ГПС МЧС России, 2008. — 57 с.
12. Харисов Г. Х., Айвар Л. К., Трунов И. Л. Эквивалент стоимости человеческой жизни // Право и политика. — 2006. — № 10. — С. 121–129.
13. Быков А. А. О методологии экономической оценки жизни среднестатистического человека (пояснительная записка) // Проблемы анализа риска. — 2007. — Т. 4, № 2. — С. 178–191. URL: http://www.dex.ru/riskjournal/2007/2007_4_2/178-191.pdf (дата обращения: 05.10.2016).

Материал поступил в редакцию 12 октября 2016 г.

Для цитирования: Соколов С. В., Костюченко Д. В. Управление рисками гибели людей при пожарах в жилых домах городских поселений // Пожаровзрывобезопасность. — 2017. — Т. 26, № 1. — С. 61–74. DOI: 10.18322/PVB.2017.26.01.61-74.

English

RISK MANAGEMENT OF FIRE DEATHS IN HOMES OF URBAN SETTLEMENTS

SOKOLOV S. V., Doctor of Technical Sciences, Professor of Management and Economic Department of State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, 129366, Moscow, Russian Federation; e-mail: albrus-ssv1@yandex.ru)

KOSTYUCHENKO D. V., Candidate of Technical Sciences, Senior Teacher-Methodist of Faculty of Research Pedagogical-Staff, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, 129366, Moscow, Russian Federation; e-mail: d.v.kost@mail.ru)

ABSTRACT

The article presents results of studies on the reduction of risk of fire deaths in the homes fires of urban settlements.

Each year, the largest number of fires in the Russian Federation is registered in the residential houses, their share of the total number of fires is an average of 70 %. These fires kill more than 92 % of all fatalities. Around 15 % of cases of fires reported in the living rooms of residential houses which kill nearly 70 % of all victims in all fires.

The authors conducted a series of studies to identify factors, which affecting to the values of fire deaths risk from fires in homes of urban settlements. As these factors were considered: the response time of fire units; availability of fire detectors in residential buildings; the lifetime of residential buildings. It was found that under the existing conditions, the response time of fire units does not affect the reduction in the fire death risk in homes.

As a result of statistical research, which characterizes the effectiveness of fire detectors in residential buildings, it was established that the average fire death risk in such buildings less than 2.5 times than in the other, this fact also confirmed by international experience.

In the study of the national urban housing structures it was found that with an increase in the part of houses with long lifetime use (over 40 years), increasing the average risk of fires in these homes and fire death risk.

Based on the study of factors affecting to the value of the fire death risk, there were developed models and algorithms to not only reduce the impact of these factors, but also to determine the annual number of prevention of fire deaths. In particular, an algorithm for implementation of reduction (at least 2.5 times) regional fire death risks in homes. Method for socio-economic justification of fire safety measures has been offered. This method based on the evaluation and comparison of the amounts of preventable socio-economic damage to the region's economy, with corresponding expected costs, relatively to a one preventable fire death. Also, approaches in the field of fire safety, do not involve additional costs both for the owners of residential and budgets of different levels were determined. At the same time, prevent social and economic damage, achieved as a result of the pre-proposed activities greatly exceed the necessary costs after the first 3 years.

Keywords: fire statistics; fire risk; response time; fire detector; risk management.

REFERENCES

1. Brushlinsky N. N., Hall J., Sokolov S. V., Wagner P. *World Fire Statistics. Center of Fire Statistics of CTIF*, 2010–2016, Reports No. 15–21. Available at: <http://ctif.org/ctif/world-fire-statistics> (Accessed 5 October 2016).
2. *Fires and fire safety in 2013. Statistical yearbook*. Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection Publ., 2014 (in Russian).
3. *Fires and fire safety in 2014. Statistical yearbook*. Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection Publ., 2015 (in Russian).
4. *Fires and fire safety in 2015. Statistical yearbook*. Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection Publ., 2016 (in Russian).
5. Ahrens M. *Smoke alarms in U.S. home fires*. Quincy, MA, NFPA, 2011. 81 p.
6. Ahrens M. *Smoke alarms in U.S. home fires*. Quincy, MA, NFPA, 2015. 74 p.
7. *Urban housing energy efficiency program in the Russian Federation — the development of the model and the legal and regulatory framework*. Moscow, The Institute for Urban Economics Publ., 2013 (in Russian). Available at: <http://www.urbaneconomics.ru/node/4375> (Accessed 5 October 2016).
8. Sokolov S. V., Kostyuchenko D. V. Effectiveness of fire automatics on fires in homes. *Pozharovzryvo-bezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2014, vol. 23, no. 6, pp. 70–75 (in Russian).
9. Sokolov S. V., Fedorov A. V., Kostyuchenko D. V. Fire safety provision by means of fire automation facilities in blocks of flats for regional programs implementation on capital repair. *Pozhary i chrezvychaynyye situatsii: predotvrashcheniye, likvidatsiya (Fire and Emergencies: Prevention, Elimination)*, 2015, no. 1, pp. 41–47 (in Russian).

10. Sokolov S. V., Kostyuchenko D. V. Assessing the impact of residential buildings service life on the effects of fire. *Pozhary i chrezvychaynyye situatsii: predotvrashcheniye, likvidatsiya (Fire and Emergencies: Prevention, Elimination)*, 2014, no. 1, pp. 64–69 (in Russian).
11. Kharisov G. Kh. *The economic equivalent of human life*. Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., 2008. 57 p. (in Russian).
12. Kharisov G. Kh., Aivar L. K., Trunov I. L. Equivalent of human life. *Pravo i politika (Law and Politics)*, 2006, no. 10, pp. 121–129 (in Russian).
13. Bykov A. A. On methodology for economic assessment of the value of statistical life (explanatory note). *Problemy analiza riska (Issues of Risk Analysis)*, 2007, vol. 4, no. 2, pp. 178–191 (in Russian). Available at: http://www.dex.ru/riskjournal/2007/2007_4_2/178-191.pdf (Accessed 5 October 2016).

For citation: Sokolov S. V., Kostyuchenko D. V. Risk management of fire deaths in homes of urban settlements. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2017, vol. 26, no. 1, pp. 61–74. DOI: 10.18322/PVB.2017.26.01.61-74.



ООО «Издательство «ПОЖНАУКА»

предлагает Вашему вниманию

Учебное пособие



Холщевников В. В.
Корольченко Д. А.
Парфёненко А. П.

ЭВАКУАЦИЯ ЗРИТЕЛЕЙ ИЗ СПОРТИВНО-ЗРЕЛИЩНЫХ СООРУЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВНУТРЕННЕГО ТРАНСПОРТА

М. : Изд-во «ПОЖНАУКА», 2016. — 88 с.

Впервые в практике архитектурно-строительного преподавания рассмотрена методология учета важнейшего функционального процесса — движения людских потоков с использованием эскалаторов и лифтовых установок при различных режимах эксплуатации зданий, включая чрезвычайную ситуацию пожара, на примере реального объекта с большим количеством находящихся в нем людей.

Для заказа книги пишите нам по адресу:

121352, г. Москва, а/я 43,
или звоните по телефону
8 (495) 228-09-03.

Вы можете также оформить заказ через электронную почту:
mail@firepress.ru.