Ретропрогноз пожаров и последствий от них, как метод оценки эффективности инноваций в области пожарной безопасности

Белозеров Валерий Владимирович

доктор технических наук

профессор, Донской государственный технический университет, Генеральный директор, ООО "НПТ Центр ОКТАЭДР"

344091, Россия, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, ул. Каширская, 22

Belozerov Valerii Vladimirovich

Doctor of Technical Science

General Director at LLC “Scientific Technological Production Center OKTAEDR”; Professor at the department of Automation of Production Processes, Don State Technical University

344091, Russia, Rostov-on-Don, ul. Kashirskaya, 22-41

safeting@mail.ru



Олейников Сергей Николаевич

кандидат технических наук

заместитель начальника, Академия государственной противопожарной службы МЧС России

129366, Россия, г. Москва, ул. Бориса Галушкиина

Oleynikov Sergey Nikolaevich

PhD in Technical Science

Deputy Head at the Academy of the State Fire-Fighting Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia

129366, Russia, Moscow, ul. Borisa Galushkiina, 4

osn-fire@rambler.ru



Статья из рубрики "Современные методики прогнозирования"

Аннотация. Авторами, на основе результатов анализа существующей системы управления пожарной безопасность, вскрыты "отраслевые ошибки" в применяемых методах и средствах оценки пожарной опасности, профилактики пожаров и противопожарной обороны, которые не только не могут обеспечить установленный ГОСТ 12.1.004 уровень пожарной безопасности населения - 0,999999, но и "мешают внедрению" ряда инновационных решений (моделей оперативно-тактической и профилактической деятельности, азотных мотопомп и др.), способных кардинально сократить количество пожаров и социально-экономические потери от них. Предложен новый метод ретропрогнозирования эффективности инноваций в области пожарной безопасности, который позволяет сосредоточиться не на «прогнозировании будущего», а на вероятностно-физической адекватности устранения причин и последствий уже происшедших пожаров с помощью предлагаемых инновационных решений. Новизна и преимущество «моделирования в прошлое» заключается в высокой достоверности результатов, так как на многолетней статистике пожаров осуществляется "виртуальное внедрение инноваций", путем генерации новых распределений Эрланга гибели, травм и ущерба на том же массиве пожаров, но с учетом предлагаемых решений.

Ключевые слова: ретропрогнозирование, инновации, эффективность, достоверность,

пожарная безопасность, социально-экономические потери, статистический анализ, моделирование, вероятность гибели, пожарно-энергетический налог

DOI: 10.25136/2409-7543.2017.5.20698

Дата направления в редакцию: 26-01-2017

Дата рецензирования: 24-01-2017

Abstract. The authors use the results of analysis of the current fire safety management system to detect the drawbacks of the methods and means of estimating fire safety, fires prevention and fire defense, which are typical for the sector, and not only are unable to ensure the state standard of fire safety of the population (0,999999), but also hamper launching some innovative solutions (models of operative and tactical and preventive activities, nitrogen power pumps, etc.). Such innovations would radically reduce the number of fires and their social and economic consequences. The authors offer a new method of retroforecasting the effectiveness of innovations in the sphere of fire safety, which allows focusing not on the future forecasting, but on the probabilistically-physical adequacy of elimination of causes and consequences of the fires, which had already happened. The novelty and the advantage of modeling the past consists in high veracity of the results. Virtual innovations are launched on the basis of long-term statistics of fires applying new Erlang distributions of deaths, injuries and damage to the same scope of fires taking into account the solutions offered.

Keywords: statistical analysis, social and economic losses, fire safety, veracity, effectiveness, innovations, retroforecasting, modeling, probability of death, fire power tax

В соответствии с «Типовой методикой определения экономической эффективности капитальных вложений» простейший расчет экономической эффективности от реализации любого проекта, в т. ч. и инвестиционного, может быть осуществлён следующим образом [1]:

$Эг = Д - Ен \cdot К$, (1)

где: *Эг* – годовая экономическая эффективность; *Д* - ежегодный прирост дохода сверх простого возврата средств в результате реализации проекта; *Ен* - норматив экономической эффективности капитальных вложений; *К* - капитальные вложения, необходимые для реализации проекта.

При этом коэффициент экономической эффективности инвестиций рассчитывается по формуле:

$E = Д / К$, (2)

а период возврата инвестиций – как его обратная величина:

$Тв = 1/E = К / Д$ (3)

В зарубежной практике, как правило, критерием для определения величины экономической эффективности инвестиций, вложенных в основной капитал, является такой показатель, как норма чистой прибыли, определяемая по формуле:

*Н*чп = ((*П*ч–*И*)*100)/*И*, (4)

где *Н*чп — норма чистой прибыли; *П*ч — величина полученной чистой прибыли от вложения инвестиций; *И* — величина инвестиций.

Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования (вторая редакция от 21.06.1999 года № ВК477), утвержденные Госстроем России, Министерством экономики РФ, Минфином РФ и Госкомпромом России, по мнению многих специалистов, перегружены математическими вычислениями, которые «заслоняют» экономическую сущность оценки эффективности проекта. Пользоваться такой методикой в практических расчетах весьма затруднительно из-за достаточно сложных математических вычислений, которые к тому же не дают достоверных результатов. Сами авторы отмечают, что при расчете внутренней нормы доходности (ВНД) по предложенной ими методике следует соблюдать известную осторожность, т.к., во-первых, этот показатель не всегда может быть рассчитан даже с применением новейшей вычислительной техники, во-вторых, уравнение по определению ВНД может иметь больше одного решения, и в-третьих, если все же удастся получить какой-нибудь результат по этому уравнению и он будет отличаться от результатов, полученных другими методами, то руководствоваться необходимо результатами, полученными другими методами расчета эффективности проектов инвестиций. При этом область применения указанной методики ограничена рамками оценки эффективности только для отдельных проектов и не может быть использована для оценки эффективности работы отрасли, объединения, компании или любого другого объединения предприятий [2].

Особенности расчета экономической эффективности инноваций в области пожарной безопасности, а точнее пожарно-профилактических мероприятий (ППМ) заключаются в том, что под ППМ понимается комплекс организационно-технических мер (организационных мероприятий и технических средств), направленных или на исключение возможности возникновения пожара (снижения вероятности пожара по ГОСТ 12.1.004), или/и на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара (ОФП) и ограничение материального ущерба от него. В связи с этим расчет годового экономического эффекта ППМ проводится обычно по методике, разработанной ВНИИПО [3]:

Э = [(П1-П2 -ЗТ) - ЕН*К]**А*2, (5)

где *П*1- годовые потери от пожаров при существующей системе, руб.; *П*2- годовые потери от пожаров после внедрения ППМ, руб.; *ЗТ* – текущие затраты, руб.; *К* – единовременные (капитальные) затраты на внедрение ППМ, руб.; *Е*Н ≤1/*t* – нормативный коэффициент окупаемости затрат; *t* - время охвата ППМ, лет; *А*2 - объем внедрения ППМ, ед. (единицей может быть здание, мероприятие, объект, система и т.д.),

в которой потери от пожаров рассчитываются по формуле:

Пi = (*Ппр* + *Пкос*)**РП* + *ПГ**РГ*+ *ПТ**РТ*, (6)

где *П п р* - прямой материальный ущерб от пожаров в течение года, руб.; *Пкос*- косвенные потери от пожаров в течение года, руб.; *ПГ*- потери от гибели населения на пожарах в течение года, руб.; *ПТ*- потери от травм населения на пожарах в течение года, руб.; *РП* - вероятность возникновения пожара; *РТ* - вероятность травмирования населения на пожаре; *РГ* - вероятность гибели населения на пожаре.

Указанная инструкция, ссылаясь на параметры (но, не применяя их!) основных пожарных стандартов (ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.1.044), допускает использовать вместо вероятностей – частость событий из статистических данных о пожарах по всей России (числа пожаров и ущерба по типам объектов и местам возникновения, травматизму и гибели населения по возрасту и социальному положению и т.д.), которые, во-первых, малодоступны, а во-вторых, получаемые таким образом, «средне-российские вероятности», приводимые в Приложениях к Инструкции, не могут корректно использоваться в регионах, т.к. существенно отличаются от «региональных, городских и сельских частостей», где закон больших чисел «перестает работать». И вероятности пожаров и потерь от них начинают все больше зависеть от фактических условий окружающей среды, включая сезонные изменения, и структуру техносферы в конкретной административно-территориальной единице (АТЕ): в населенном пункте, в районе или в городе.

При этом методика оценки косвенных потерь от пожаров практически не реализуема, т.к. предлагает [3, с.23]: «*В величину косвенных потерь …. включать:*

- *капитальные затраты на восстановление основных фондов;*

- *заработную плату за время простоя;*

- *оплату демонтажных работ и разборку строительных конструкций;*

- *потери части условно-постоянных накладных расходов;*

- *потери от недополучения прибыли из-за недовыпуска продукции;*

- *потеря из-за недоставки продукции;*

- *потеря предприятия с учетом сопряженности работы производств.»*

Совершенно очевидно, что ни один объект, и ни одна экспертная или страховая организация, не смогут вычислить такой ущерб, т.к. даже при стабильном выпуске продукции невозможно определить по предлагаемой схеме объем косвенных потерь от несостоявшегося пожара!

Второй подход изложен в виде методического пособия [4], в котором помимо тех же сложностей расчетов, в т.ч. прямого и косвенного ущерба от пожаров, практически невозможно рассчитать зоны равных давлений в помещениях при прогнозировании развития пожара и ущерба от него, а при реальном пожаре – невозможно их измерить.

Третий поход появился, в связи с выходом в 2008 году 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и он «заслуживает» особой критики.

В соответствии со ст. 6 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»*: «…пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной, если … пожарный риск не превышает допустимых значений..»* (с той же ошибкой размерности, что и в ГОСТ 12.1.004!) от «.*одной миллионной в год..»* для индивида (ст.79),...до «*…одной десятитысячной в год..»* – допустимый пожарный риск для опасных производств (ст., ст.93,95).

Использованные термины имеют следующие определения [5]:

«Пожарный риск - мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей»;

«Допустимый пожарный риск - пожарный риск, уровень которого допустим и обоснован исходя из социально-экономических условий»;

Даже самая грубая оценка социально-экономических потерь от пожаров по ГОСТ 12.1.004 (безопасность населения не ниже 0,999999) устанавливает для 140-ти миллионного населения России уровень гибели и травм на пожарах не более 140 человек ежегодно, в то время как **на протяжении последних 20 лет этот уровень более чем в 200 раз выше** [6]!

Очевидно поэтому, при разработке «Технического регламента о требованиях пожарной безопасности», МЧС РФ «решило избавиться» от постоянного невыполнения требований ГОСТ 12.1.004, введя указанные выше **«пожарные риски», научной теории которых** пока **не существует**. **А в приведенных выше трактовках, сводится на нет возможность их однозначной количественной оценки**, для управления пожарной безопасностью.

Отечественный стандарт с вероятностной оценкой пожаров был введен в действие 40 лет назад, за которые проведены четыре его редакции, и естественно, за это время накопилось достаточное количество и новых методов, и замечаний к нему, т.е. наступила очередная стадия переосмысления проблемы. И, если мы хотим объективно оценивать пожарную опасность и снизить количество пожаров и социально-экономические потери от них, то МЧС РФ надо не «выдумывать» новые понятия и вводить их Федеральными Законами, **«понижая планку опасности» от 100 до 10000 раз** (!), как это произошло со 123-ФЗ, если в соответствии с теорией вероятности понятие риска понимать, как функцию риска, которая равна интенсивности события – λ при экспоненциальном распределении [7].

Таким образом, первым шагом в создании метода оценки эффективности инноваций в области пожарной безопасности является исправление ошибок в ГОСТ 12.1.004, которые не позволяют корректно использовать ни сам стандарт, ни методики расчета, изложенные в приложениях к нему [6].

1. Методология корректировки ГОСТ 12.1.004

Во-первых, необходимо устранить «некорректность размерности», т.к. ГОСТ 12.1.004 фиксирует допустимый уровень вероятности пожара в оборудовании/объекте, **как 10-6 в год**, **что** с точки зрения теории вероятности **является интенсивностью события λ**, равной 1,14155*10-10 с общепринятой в теории надежности размерностью 1/час. В связи с этим, следует ввести понятие и способ определения «пожаробезопасного ресурса» оборудования/объекта, который должен быть не менее срока его эксплуатации. Тогда, оставляя безразмерной указанную вероятность пожара, но, добавив вместо слов «в год», фразу - «в конце срока эксплуатации», получим требуемый результат – **вероятность пожара в конце срока эксплуатации** оборудования/объекта **не должна превышать 10-6.** Это позволит определить λ и вычислить начальную вероятность пожара (интегрируя функцию плотности вероятности в интервале 1 час), а также её значение для контроля в любой год эксплуатации [8].

Во-вторых, необходимо устранить методологическую и логическую незавершенность оценки пожарной опасности любого изделия/объекта, т.к. ГОСТ 12.1.004 в своих параметрах и формулах практически не использует ни одного из 20 показателей пожаровзрывоопасности веществ и материалов, приведенных в ГОСТ 12.1.044. Это

следует реализовать с помощью баро-электро-термо-акустического (БЭТА) анализатора, позволяющего определить основные и дополнительные показатели горючести веществ и материалов по критериям Семенова, Зельдовича и Франк-Каменецкого, а с помощью моделей, описывающих тепловыделение пожароопасного отказа, **корректно связать горючесть с вероятностью пожара** в интервале его «пожаробезопасного ресурса» с учетом огнестойкости ограждающих объект конструкций [9].

В-третьих, необходимо исключить метод внесения неисправностей при испытаниях на пожарную опасность радиоэлектронного и электротехнического оборудования и бытовых приборов, т. к. при этом нарушаются условия применимости функций распределения вероятностей, которые требуют независимости событий, и **в этом случае требуется разработка сложного раздела теории надежности – теории зависимых отказов**, т.к. искусственное «выключение» какого-либо элемента изделия путем его «замыкания или обрыва» вызывает аварийный режим не в нём, а в схемотехнически связанном другом элементе, поэтому дальнейший расчет вероятности пожара является некорректным, в связи с чем, **указанный метод следует заменить вероятностно-физическим методом**, базирующимся на модели дополнительного тепловыделения электрорадиоэлемента (ЭРЭ) при пожароопасном отказе, полученной в виде логнормальных функций распределения [10]:

FЭ(Q) = 1 - *vЭ*• [1 - GЭ(z)], (7)

где FЭ(Q) – вероятность дополнительного тепловыделения, vЭ - доля пожароопасных отказов (короткое замыкание, пробой, обрыв), GЭ(z) - условная функция распределения (при возникновении пожароопасного отказа ЭРЭ) случайной величины z =lg Q, Q = k·U·I·t – Джоулево тепло пожароопасного отказа ЭРЭ.

Дополнительное тепловыделение пожароопасного отказа, нагревая материал отказавшего элемента, воспламеняет его при переходе процессов деструкции и пиролиза в самоускоряющуюся фазу по критерию Семёнова, или «зажигает соседа» по критерию Зельдовича при собственной температуре воспламенения выше «соседней» и критической плотности теплового потока. Тогда решая систему (8) неравенств Семёнова, Зельдовича и Франк-Каменецкого в точке воспламенения (Твс), т.е. при Se=0,368, Fк=2,00, Ze=*Q*/*S* и *ξ*=*S*/*V*, определяются: *E*a - энергия активации воспламенения образца (9), *K* – предэкспонент (10) и *H* - тепловой эффект реакции в газовой фазе (11), после чего вычисляются энергии и теплоты - *E*Di и *H*Di стадий деструкции по формулам (9,11), при температурах (*T*р,*T*пл,*T*тл) этих стадий:

$$\begin{cases} \mathrm{Ze} = \sqrt{2\lambda_{\mathrm{B}} \dfrac{\mathrm{R}T_{\mathrm{П}}^2}{E_{\mathrm{a}}} \cdot H \cdot K \cdot \exp\left(-\dfrac{E_{\mathrm{a}}}{\mathrm{R}T_{\mathrm{П}}}\right)}; \\ \mathrm{Se} = \dfrac{Q}{\xi \cdot \alpha} \cdot \dfrac{E_{\mathrm{a}}}{\mathrm{R}T_{\mathrm{П0}}^2} \cdot K \cdot \exp\left(-\dfrac{E_{\mathrm{a}}}{\mathrm{R}T_{\mathrm{П0}}}\right); \\ \mathrm{F_к} = \dfrac{Q \cdot \ell^2}{\lambda_0} \cdot \dfrac{E_{\mathrm{a}}}{\mathrm{R}T_0^2} \cdot K \cdot \exp\left(-\dfrac{E_{\mathrm{a}}}{\mathrm{R}T_0}\right); \end{cases}$$

(8)

$$E_{\mathrm{Di}} = \frac{RT_{\Pi 0}T_0}{T_0 - T_{\Pi 0}} \cdot \ln \frac{2T_0^2}{0{,}368 \cdot \xi \cdot \ell \cdot T_{\mathrm{П0}}^2 \cdot \mathrm{Bi}}$$

(9)

$$K = \frac{0{,}368\xi\alpha T_{по}\left(T_o - T_{по}\right)}{QT_o \ln\dfrac{2T_o^2}{0{,}368\cdot\xi\cdot\ell\cdot T_{по}^2\cdot \mathrm{Bi}}} \exp\left(\frac{T_o \ln\dfrac{2T_o^2}{0{,}368\xi\alpha T_{по}^2 \mathrm{Bi}}}{T_o - T_{по}}\right)$$

(10)

$$H_{\mathrm{Di}} = \frac{Q^3\cdot E_a^2\rho^2}{0{,}736\lambda_в\xi^3 R^2 T_п^2 T_{по}^2 m^2\alpha}$$

(11)

где Ze – критерий Зельдовича; /В - коэф. теплопроводности газовой фазы; R - газовая постоянная; *T*п - температура печи; *E*а - энергия активации деструкции образца; *H* - тепловой эффект реакции в газовой фазе; *K* - предэкспонент; Se – критерий Семенова; *Q* - теплота, подведенная к образцу; ξ =S/*V* – фактор формы (отношение площади поверхности к объёму образца); а - коэф. теплоотдачи образца; *T*по-температура поверхности образца; Fк-критерий Франк-Каменецкого; ℓ-линейный размер образца; *λ*о-коэф.теплопроводности образца; *T*о-температура образца; Bi – число Био.

Математическая модель дополнительного тепловыделения (7) позволяет определить интенсивности пожароопасных отказов элементов (*λ*ПО=*λ*Н,Т·νЭ) и интенсивности их воспламенений (*λ*В=*λ*ПО·FЭ), зафиксировав критические теплоты каждого элемента -*Q*э, после чего интегрированием вычисляются вероятности их воспламенений (Fв).

Расчеты по системе неравенств (8) и модели дополнительного тепловыделения (7) проводятся для каждого элемента пожарной нагрузки объекта и его «соседей», для чего необходима их топология, т.е. геоинформационная среда, а для вероятностной оценки «превращения воспламенения в пожар», применена функция «маятник события» (12), формирующая из топологии элементов пожарной нагрузки на объекте (в частности из матрицы вероятностей воспламенений) «матрицу распространения огня» (Fр), позволяющую в дальнейшем вычислить вероятность пожара (Fп=Fв·Fр):

$$U = \begin{cases} 1, \text{ если загорание произошло} \\ 0, \text{ если загорание не произошло} \end{cases} \quad (12)$$

Вторым шагом в создании метода оценки эффективности инноваций в области пожарной безопасности является объективация указанной безопасности, т.е. оценка совокупности полученных показателей пожарной опасности (вероятности пожаров) и противопожарной защиты/обороны, которая должна осуществляться путем нахождения решений уравнений оперативно-тактической деятельности (ОТД) для конкретного гарнизона государственной противопожарной службы (ГПС).

2. Вывод и решение уравнения оперативно-тактической деятельности

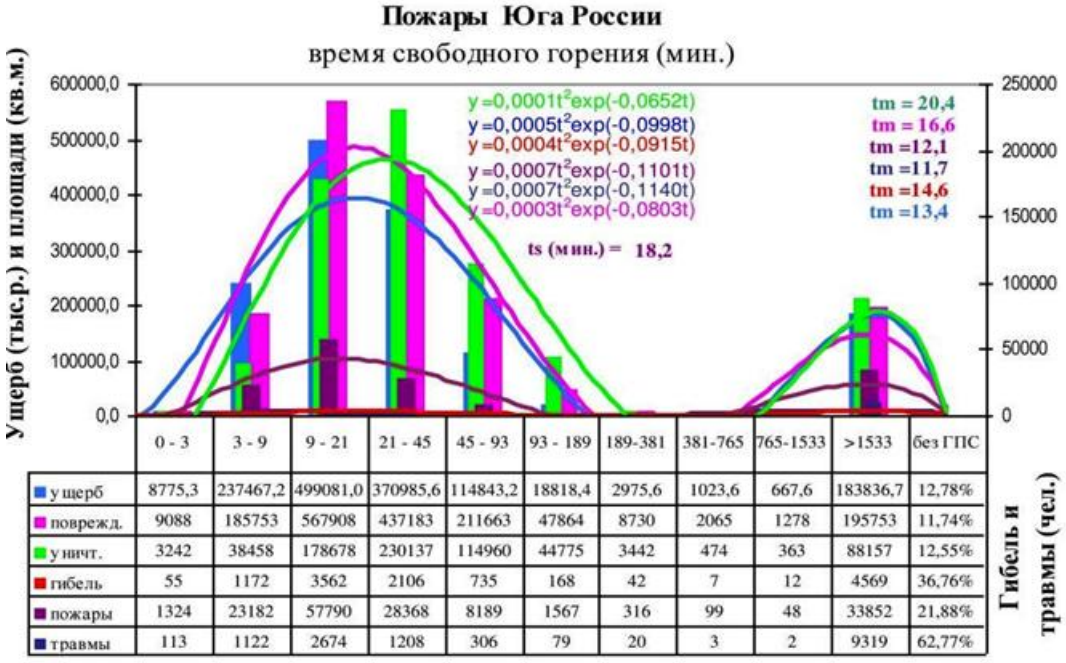
«Старое» уравнение ОТД не позволяло находить необходимые решения [11], поэтому было выведено новое уравнение ОТД, что стало возможным после того, как на основании теоремы Хинчина (на 12-ти летнем массиве 154735 пожаров Юга России) были найдены средние значения всех «новых» времён решения оперативно-тактических задач (ОТЗ) -*t*i, через значения «старых» времён (*T*лок, *T*лик, *T*пр, *T*с), радиусов выезда на пожар – *Ri*., уничтоженных и поврежденных площадей (*S*у, *S*п), фиксируемых в карточках учета пожаров [12].

Используя статистический анализ временных рядов [7], с помощью АСОД «ПОЖАРЫ» были сформированы соответствующие запросы с условиями коррелированных выборок (пожары, ущерб, гибель и т.д.) по временам и радиусам выполнения ОТЗ, представленным (для компактности) в геометрической прогрессии, при этом данные о пожарах с «нулевыми» временами и с временами прибытия более 1533 минут (рис.1), а также радиусам выезда более 1022 км. (рис.2), были «собраны и вынесены на бесконечность» и учитывались при расчетах, как пожары, на которые силы и средства ГПС не привлекались [10,12].

Обработка полученных гистограмм на ЭВМ по методу выравнивания средних показала, что все огибающие, имеющие экстремумы, с достаточной точностью описываются трансцендентными функциями вида [12]:

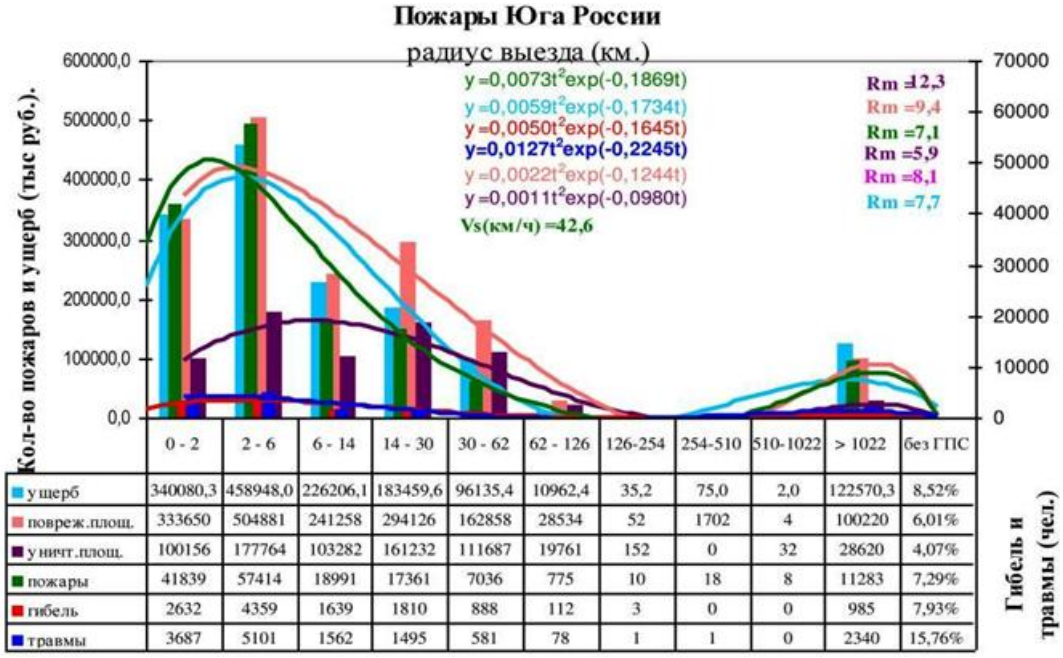
$y = a \cdot t^b \cdot \exp(-c \cdot t)$, (13)

где t – время, b/c – максимум (мода) функции, $(b+\sqrt{b})/c$ – «правая» точка перегиба, $(b-\sqrt{b})/c$ – «левая» точка перегиба, а – параметр функции.



	0 - 3	3 - 9	9 - 21	21 - 45	45 - 93	93 - 189	189-381	381-765	765-1533	>1533	без ГПС
ущерб	8775,3	237467,2	499081,0	370985,6	114843,2	18818,4	2975,6	1023,6	667,6	183836,7	12,78%
поврежд.	9088	185753	567908	437183	211663	47864	8730	2065	1278	195753	11,74%
уничт.	3242	38458	178678	230137	114960	44775	3442	474	363	88157	12,55%
гибель	55	1172	3562	2106	735	168	42	7	12	4569	36,76%
пожары	1324	23182	57790	28368	8189	1567	316	99	48	33852	21,88%
травмы	113	1122	2674	1208	306	79	20	3	2	9319	62,77%

Рис. 1. Гистограммы рядов временного статистического анализа пожаров



	0 - 2	2 - 6	6 - 14	14 - 30	30 - 62	62 - 126	126-254	254-510	510-1022	> 1022	без ГПС
ущерб	340080,3	458948,0	226206,1	183459,6	96135,4	10962,4	35,2	75,0	2,0	122570,3	8,52%
повреж.площ.	333650	504881	241258	294126	162858	28534	52	1702	4	100220	6,01%
уничт.площ.	100156	177764	103282	161232	111687	19761	152	0	32	28620	4,07%
пожары	41839	57414	18991	17361	7036	775	10	18	8	11283	7,29%
гибель	2632	4359	1639	1810	888	112	3	0	0	985	7,93%
травмы	3687	5101	1562	1495	581	78	1	1	0	2340	15,76%

Рис. 2. Гистограммы рядов временного статистического анализа радиусов выезда

Указанные функции (13) при интегрировании дают гамма-распределения пожаров, ущерба, гибели, площадей и т.д. по временам выполнения ОТЗ, которые можно аппроксимировать распределениями Эрланга:

$$y = \frac{\left(\frac{t}{c}\right)^{b-1} \cdot \exp\left(-\frac{t}{c}\right)}{c \cdot [(b-1)!]}$$

(14)

$$P = 1 - \exp\left(-\frac{t}{c}\right) \cdot \left[\sum_{i=0}^{b-1} \frac{(t/c)^i}{i!}\right] \quad (15)$$

Выборочный анализ пожаров сосредоточенных за особыми точками (ОТ) функций плотности вероятностей (14), показал [12]:

- от «0» до «левой ОТ» расположены данные о пожарах локализованных и ликвидированных объектовым персоналом/населением, до прибытия или без привлечения сил ГПС и, как правило, на объектах, имеющих пожарную сигнализацию и автоматические установки пожаротушения (АПС и АУП), где времена «свободного развития пожара», прибытия и ввода ОТС значительно меньше, чем время следования боевого расчета к объекту пожара, т.е. ***находящиеся за пределами техническихвозможностей ГПС***;

- от «правой ОТ» до «бесконечности» расположены данные о позднообнаруженных и удаленных пожарах, а также о таких, на которые ПЧ не вызывались (полностью сгорели или все же потушены населением без вызова ПЧ по причине отсутствия связи и т.п.), т . е . ***находящиеся за пределами фактических оперативно-тактическихвозможностей ГПС***.

Следовательно можно ввести понятие "***интервалов оперативной*** (-тактической) ***деятельности***" гарнизона пожарной охраны (ИОД ГПО), как временных интервалов в окрестностях максимума функций плотности вероятностей количества пожаров (14),

ограниченных точками перегиба, то есть значениями времен *tLi* и *tRi,* при которых *d*2*yi* /*dti*2 = 0**.**

Системный синтез позволил получить новое уравнение ОТД [12]:

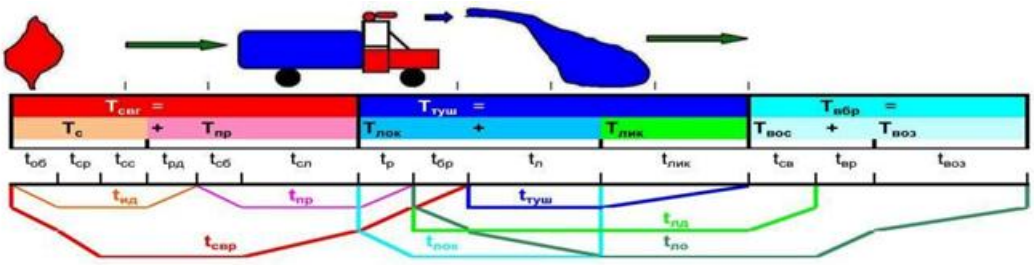
$$t_{отд} = \sum_{i=1}^{5} \frac{t_i}{P_i} + 2\frac{t_м \cdot P_п}{P_м(1-P_п)} + \sum_{j,k=1}^{4} \frac{t_j}{P_j \cdot P_k} + \sum_{ℓ=1}^{3} \frac{t_ℓ}{(1-P_ℓ)}$$ (16) г д е *тотд*- время решения ОТЗ при пожаре; *ti/Pi*- времена и вероятности *обнаружения исообщения* о пожаре, *решения* диспетчером задачи привлечения подразделений и *сбора* боевого расчета по тревоге; *tm·Pm/Pм(1-Pn)* - времена *следования/возвращения* к месту пожара, вероятности высылки ближайшего подразделения по кратчайшему маршруту и «невероятности» ДТП с пожарным автомобилем; *tj/PjPk* - времена и вероятности *разведки*, *боевогоразвертывания, локализации* и *тушения* пожара; *tℓ/(1-Pℓ)*- времена и вероятности *«свертывания» и восстановления* ресурсов**.**

Новое уравнение ОТД при управлении силами и средствами ГПС (16), отличается от существующего тем, что времена в нём определяются из уравнений (14), а вероятности, как обратные величины коэффициентов качества выполнения каждой ОТЗ**-** по уравнениям (15).

Таким образом, получение коррелированных по времени данных (пожаров, гибели, травм, радиусов выезда, уничтоженных и поврежденных площадей), позволили создать методику оценки эффективности решения ОТЗ, путем вычисления и «генерации в прошлое» соответствующих распределений Эрланга «с инновациями» и интегрирования полученных функций плотности вероятности соответствующих параметров (пожаров, ущерба, гибели и т.д.) по времени свободного развития пожара в «интервалах оперативно-тактической деятельности» (ИОД), которые определяются между точками перегиба кривых плотности вероятности.

3. Методика расчета сокращения потерь от пожаров при внедрении инноваций в оперативно-тактической деятельности

Ретропрогноз и оценка изменения социально-экономических потерь (*Пi*) в уравнении (6) осуществляется через разность интегралов соответствующих функций плотности вероятности (ущерба, гибели и т.д.) в ИОДе (16), при изменении числа и последствий пожаров по времени их свободного развития «в прошлом», вызванных внедрением инноваций, что ***характеризуется изменением соответствующих времён*** (рис.3):



(*тоб+тср+тсс*) - математическое ожидание времени сообщения о пожаре, *трд* - математическое ожидание времени решения диспетчером задачи привлечения сил и средств на пожар, *тсл* - математическое ожидание времени следования боевого расчета на пожар, *тр* - математическое ожидание времени разведки объекта пожара, *тбр* - математическое ожидание времени боевого развертывания, *тл* - математическое ожидание времени локализации пожара, *тсв* - математическое ожидание времени «свертывания»,*твр* - математическое ожидание времени восстановления ресурсов после

пожара,*твоз* - математическое ожидание времени возвращения с пожара и постановки в боевой расчет.

Рис. 3. Псевдографическая структура ОТЗ

При этом, вместо методики оценки косвенных потерь от пожаров по Инструкции ВНИИПО [3], использован коэффициент их связи с прямым материальным ущербом равный 5,72, полученный в результате исследований [13].

В приложении приведены результаты коррелированной выборки данных о пожарах и результаты генерации «суммарных новых времён» по функциям распределения Эрланга соответствующего порядка - *b*:

идентификация (*тид=ТС+трд*):

b= 2, с = *тид* /2, P= 1 – (1 + 2t /*тид*)·exp(-2t /*тид*)

прибытие(*тпр = тсб +тсл +тр*):

b= 3, с =*тпр* /3, P= 1 – [1 + 3t /тпр +9t2/2тпр2)·exp(-3t /тпр) тушение (ттуш=ТЛИК+тл): b= 2, с = ттуш /2, Р= 1 – (1 + 2t /ттуш)·exp(-2t /ттуш) свободное развитие(тсвр = тид +тпр +тбр): b= 6, с = тсвр/6, Р=1-(1+6t/тсвр+18t2/тсвр2+36t3/тсвр3+54t4/тсвр4+194t5/3тсвр5)·exp(-6t/тсвр) Таким образом, используя формулу связи косвенных потерь с прямым материальным ущербом через коэффициент 5,72, а также усреднённые данные «стоимости» потерь от гибели и травматизма людей на пожарах из таблицы Приложения 16 Инструкции ВНИИПО [3, с.76], получим вместо формулы потерь (6), следующее уравнение [10]:

$$П_i = У_M \cdot \int_{t_{in}}^{t_{kn}} \frac{\left(\frac{t}{c_У}\right)^{b_У-1} \cdot \exp\left(-\frac{t}{c_У}\right)}{c_У \cdot [(b_У-1)!]} dt + 5{,}72 У_M \cdot \int_{t_{in}}^{t_{kn}} \frac{\left(\frac{t}{c_У}\right)^{b_У-1} \cdot \exp\left(-\frac{t}{c_У}\right)}{c_У \cdot [(b_У-1)!]} dt +$$
$$+ k_\$ \cdot S_Г \cdot Г \cdot \int_{t_{in}}^{t_{kn}} \frac{\left(\frac{t}{c_Г}\right)^{b_Г-1} \cdot \exp\left(-\frac{t}{c_Г}\right)}{c_Г \cdot [(b_Г-1)!]} dt + k_\$ \cdot S_Т \cdot Т \cdot \int_{t_{in}}^{t_{kn}} \frac{\left(\frac{t}{c_Т}\right)^{b_Т-1} \cdot \exp\left(-\frac{t}{c_Т}\right)}{c_Т \cdot [(b_Т-1)!]} dt$$

(17) где *УМ* – прямой материальный ущерб от пожаров в течение года, руб.; *Г* – число погибших от пожаров в течение года, чел.; *k$* - курс доллара США; *SГ* = (23789+19510+28500)/3/0,95 – средняя стоимость гибели человека на пожаре, долл США; *Т* – число травмированных от пожаров в течение года, чел.; *ST* = (9095+5995+321)/3/0,95 – средняя стоимость травмирования человека на пожаре, долл США.

Полученные интегральные изменения социально-экономических параметров (ущерба, гибели, травм, уничтоженных и поврежденных площадей) в ИОДах могут служить характеристиками экономической эффективности инноваций, которые вызывают эти изменения. При этом каждый параметр может быть проанализирован на предмет связи оперативно-тактической деятельности ГПО с его стратегической задачей - профилактикой пожаров (по корреляции причин и времени развития, числа пожаров и нарушений ППБ, мест и источников возникновения пожаров и ущерба, гибели населения и времени воздействия ОФП и т.п.).

4. Методика расчета сокращения числа пожаров и потерь от них при внедрении инноваций в области пожарной профилактики

В отличие от инноваций в области оперативно-тактической деятельности, описываемых уравнениями ОТД (13-16), которые не влияют на количество пожаров, уравнение пожарной профилактики (ПП) описывает сокращение количества пожаров и потерь от них, при интенсификации деятельности по предупреждению пожаров, противопожарной пропаганде и обучения населения применению средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), а также навыкам поведения на пожаре [10,14-16]:

$$P = P_н + P_п \cdot \exp(-\lambda t), \quad (18)$$

где P – вероятность пожаров, $P_н$ – вероятность пожаров по не профилактируемым причинам, $P_п$ - вероятность пожаров по профилактируемым причинам, t – время ретропрогноза (час.), λ – интенсивность пожарной профилактики.

В результате обработки зарубежных данных, включая результаты эксперимента в штате Нью-Джерси [17,18], и результатов отечественных исследований [12,13-16], было доказано (рис.4), что предотвращение пожаров зависит от качества и интенсивности пожарной профилактики λ, которая при внедрении предлагаемых инноваций составляет 5,7·10-5 час-1 (~0,5 год-1).

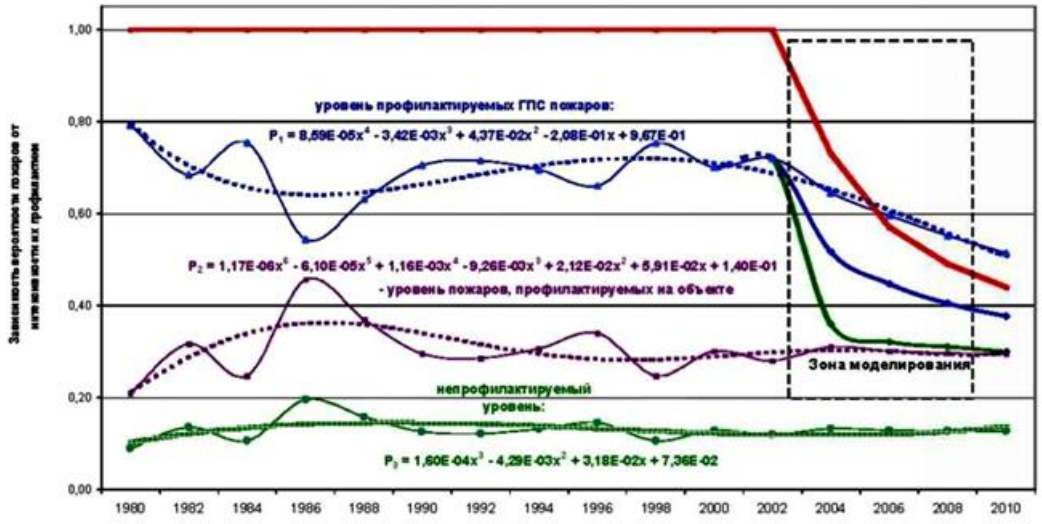


Рис.4 -График релаксации профилактируемых и не профилактируемых пожаров

Существенным при этом является тот факт, что при коррелированной выборке данных о пожарах [10] в структуре АТЕ (рис.5) создается «фазовое пространство совместных решений» (таб. 1) уравнений ОТД (16), социально-экономических потерь (17) и уравнений ПП (18), что позволяет найти условия самоорганизации процессов обеспечения пожарной безопасности в АТЕ [10].

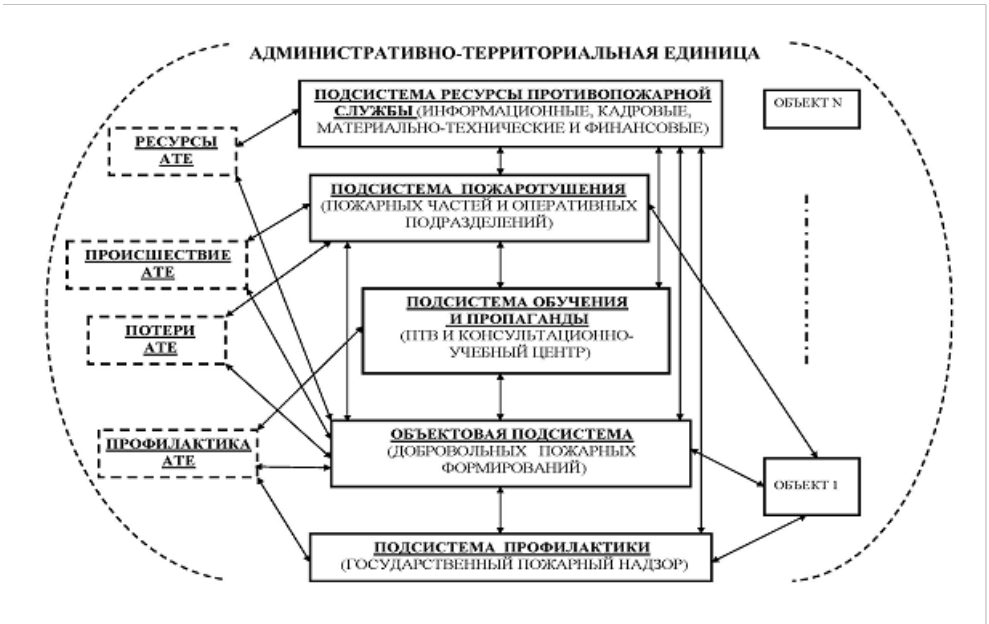


Рис. 5 - Функциональная структура подсистем МСО ПБ АТЕ

Таблица 1- Статистика причин, источников и последствий пожаров на Юге России

Причины гибели и травм	опасно	травмы	гибель	ущерб	уничтож.	поврежд.	опасно	травмы	гибель	ущерб	Уничтож.	поврежд.
Пр-ты горения	1792	1831	711,8	370100,0	20598	61573	73	251	654	2054,0	1629	3328
Выс. темп-ра	754	3277	2079	37355,6	1561,5	29519	61	996	297	13549,7	3508	4852
Недост. кислор.	199	646	403	5382,3	348,1	7534	18	77	33	615,1	983	705
Обруш. констр.	8	47	35	2444,2	147,7	1511	0	12	5	1581,4	20	1405
Обостр. болез.	54	319	184	1380,0	31,7	2114	2	28	26	333,1	0	135
Скрыт. ф-мы болез.	17	538	23	428,3	109	657	3	65	3	2,7	0	0
Психфакторы	269	929	19	2091,9	41,0	2610	37	261	4	569,3	30	614
Падение свыс.	145	72	11	242,7	34,6	489	40	31	2	132,7	518	323
Эл.ток	2	68	22	28,9	3,2	62	3	34	4	1,0	0	1
Прочие	456	4308	367	19647,5	862,6	14052	146	1309	37	3269,5	1094	1591
до прибытия ГПС	865	375	9646	48298,6	4235,5	87916	70,5	36	753	3091,4	3695,5	3749
без ГПС	4424	9800	5715	440020,5	35101,2	620685	1591,5	3072	651	115301,8	70701	165969
ВСЕГО	15110	14846	12428	1438474,2	702686	1667285	2740,5	3967	1131	305425,7	13644,7	391403
после прибытия ГПС	9420,5	4871	2782	949251,0	309320	958685	1087,5	859	378	187032,4	62058,5	221685
%до прибытия и без ГПС	8,2%	7,1%	77,6%	30,7%	6,0%	37,2%	60,4%	78,3%	66,6%	38,8%	54,5%	43,4%
%после прибытия ГПС	91,8%	92,9%	22,4%	66,0%	44,0%	57,5%	39,6%	21,7%	33,4%	61,2%	45,5%	56,6%
Выполнение оперативно-тактических задач (мин., км.)	**Всего пожаров**						**Профилактируемые ГПС пожары на объектах надзора**			16,40%	26,72%	9,10%
										21,2%	19,42%	23,48%
	кол-во	травмы	гибель	ущерб	уничтож.	поврежд.	кол-во	травмы	гибель	ущерб	уничтож.	поврежд.
свободное горение	154735	14846	12428	1438474,2	702686	1667285	25376	3967	1131	305425,6	13644,7	391403
0 - 3	1324	113	55	8775,3	324,2	9088	303	25	8	2857,4	1581	1727
3 - 9	23182	1122	1172	237467,2	38458	185753	4174	131	76	35824,3	7459	43152
9 - 21	57790	2674	3562	409081,0	178678	567908	8906	280	198	107275,8	32144	125534
21 - 45	28368	1208	2106	370085,6	230137	437183	3953	109	117	88222,8	47001	102309
45 - 93	8189	306	735	114843,2	114960	211663	1161	51	46	33102,2	25614	58454
93 - 189	1567	79	168	18818,4	4477,5	47364	258	13	18	3152,6	5994	13127
189-381	316	20	42	2975,6	344,2	3730	56	5	2	525,2	1197	3407
381-765	99	3	7	1023,6	47,4	2065	15	1	1	324,6	36	1130
765-1533	48	2	12	667,6	36,3	1278	10	0	0	250,1	102	504
>1533	33852	931,9	4569	133836,7	8815,7	195753	6540	3352	665	33890,7	15319	36969
без ГПС	21,80%	62,77%	36,78%	12,78%	12,55%	11,74%	23,77%	84,50%	58,80%	11,10%	11,25%	9,45%
ts (мин.) =	*18,2*	*17,5*	*21,9*	*20,0*	*30,7*	*24,9*	*17,6*	*19,3*	*22,2*	*21,9*	*30,5*	*28,9*
tm =	*12,1*	*11,7*	*14,6*	*13,4*	*20,4*	*16,6*	*11,8*	*12,9*	*14,8*	*14,6*	*20,3*	*19,3*
t	8,7E-04	7,4E-04	3,8E-04	5,0E-04	1,4E-03	2,8E-03	3,3E-04	3,8E-04	3,4E-04	3,8E-04	1,4E-04	1,7E-03
exp	0,1101	0,1140	0,0915	0,0928	0,0852	0,0803	0,1153	0,1038	0,0899	0,0915	0,0856	0,0852
tl =	5,3	5,1	6,4	5,9	9,0	7,3	5,2	5,7	6,5	6,4	8,9	8,5
tr =	31,0	29,9	37,3	34,2	52,4	42,5	30,1	33,0	38,0	37,3	52,0	49,4
Пр-ры и пр-меты быта	112612	12196	11386	1074584,4	488811	1195512	27453	2955	1422	335612,0	157343	441028
Эл.приборы, в т.ч.:	31712	1906	1735	352051,1	154647	413237	19340	2455	1206	206578,2	103973	285586
в т.ч. холодильник	692	34	15	8846,6	1896	6495	9486	851	254	140026,6	58223	164541
в т.ч. кондиционер	192	4	3	1787,6	181	1119	184	3	0	2962,8	745	1778
в т.ч. телевизор	2138	149	136	16589,0	3497	16357	94	1	1	697,2	3	634
в т.ч. магнитофон	435	29	17	3173,3	480	3174	226	12	5	1461,7	484	1497
в т.ч. электронагр.	5078	759	1080	31272,2	18087	45901	83	6	0	611,3	0	227
в т.ч. провода и эл.уст.изд.	21739	851	422	289008,9	124846	325723	1623	398	179	13371,2	5585	16268
в т.ч. газовые приборы	3096	1318	349	21631,7	6537	25675	6490	282	37	11556,5	4755	13517
в т.ч. печи и пр.уст.	7647	379	426	45456,6	33914	88071	475	68	413	2532,5	3257	2623
в т.ч. приборы с ГЖ	7616	2772	423	136389,3	14201	38210	5227	1740	336	56208,7	35391	73302
Остальные	42123	2650	1042	353899,7	216875	471773	8398	1724	200	103038,8	39067	116157
Источники пожаров и потерь	опасно	травмы	гибель	ущерб	уничтож.	поврежд.	опасно	травмы	гибель	ущерб	уничтож.	поврежд.

Причины гибели и травм	спасено	травмы	гибель	ущерб	уничтож.	поврежд.	спасено	травмы	гибель	ущерб	уничтож.	поврежд.
Пр-ты горения	19	166	128	631,2	238	905	5	49	49	1056,3	1921	2019
Выс. темп-ра	18	572	160	2780,9	939	2096	18	173	92	5744,8	307	1518
Недост. кислор.	4	36	3	111,6	0	1	2	13	0	518,4	55	241
Обруш. констр.	0	3	5	155,2	0	900	2	0	2	10,0	0	0
Обостр. болез.	0	33	16	4,3	0	37	3	11	7	42,4	0	66
Скрыт. ф-мы болез.	1	67	2	3,8	0	31	1	5	1	0,6	0	0
Психфакторы	4	133	0	429,5	0	629	1	38	1	452,4	0	97
Падение с выс.	1	9	0	10,5	0	610	1	4	3	164,1	0	24
Эл.ток	0	4	0	0,0	0	0	1	11	1	11,5	0	1
Прочие	53	943	43	2611,5	925	280	18	269	10	1824,8	20	636
до прибытия ГПС	6	17	194	1236,1	241	1252	3	9	92	1896,8	1539	1793
без ГПС	303	1815	263	59857,1	37619	77035	77	464	93	70320,0	48931	72537
ВСЕГО	657	2314	432	191671,9	76050	204914	164	666	199	317442,4	91475	187336
после прибытия ГПС	349	482	239	130578,8	37991	126628	84	193	107	245225,6	41005	112907
%до прибытия и без ГПС	47,0%	79,2%	44,8%	31,9%	50,0%	38,2%	48,8%	71,0%	46,2%	22,7%	55,2%	39,7%
%после прибытия ГПС	53,0%	20,8%	55,2%	68,1%	50,0%	61,8%	51,2%	29,0%	53,8%	77,3%	44,8%	60,3%
Выполнение оперативно-тактических задач (мин., км.)	**Непрофилактируемые ГПС пожары на объектах надзора**			8,66%	15,59%	3,48%	**Пожары на объектах надзора вообще непрофилактируемые**			5,75%	4,49%	1,60%
				13,3%	10,8%	12,29%				22,1%	13,0%	11,24%
	кол-во	травмы	гибель	ущерб	уничтож.	поврежд.	кол-во	травмы	гибель	ущерб	уничтож.	поврежд.
свободное горение	13405	2314	432	191671,9	76050	204914	6893	666	199	317442,4	91475	187336
0 - 3	176	18	5	1468,0	48	1437	101	14	1	2350,3	1068	1277
3 - 9	2153	85	39	51045,5	2809	18130	1294	42	25	73930,6	3189	22504
9 - 21	4469	151	92	57537,0	20117	50848	2599	108	39	97682,9	13713	43487
21 - 45	1952	62	26	32503,6	15961	49691	1250	25	25	76917,4	39131	45668
45 - 93	555	16	8	10629,8	10827	34599	442	10	7	14768,4	9949	33000
93 - 189	138	8	4	1260,9	9704	8490	99	3	0	4074,2	8790	3847
189-381	26	4	1	312,4	142	2877	22	0	0	496,7	76	31
381-765	8	0	0	203,9	38	600	3	0	0	45,1	0	8
765-1533	3	0	2	0,0	9	3	2	0	0	15,4	0	19
>1533	3925	1970	255	35711,0	16395	38239	3071	463	102	47161,4	15559	37395
без ГПС	29,28%	86,38%	69,03%	18,16%	21,68%	18,66%	34,63%	69,62%	51,28%	14,86%	17,01%	19,96%
ts (мин.) =	*17,3*	*17,9*	*25,3*	*16,5*	*35,9*	*31,1*	*18,4*	*14,7*	*16,1*	*17,4*	*32,4*	*24,9*
tm =	*11,5*	*12,0*	*16,8*	*11,0*	*23,9*	*20,7*	*12,3*	*9,8*	*10,7*	*11,6*	*21,6*	*16,6*
t	7,7E-04	6,9E-04	2,5E-04	9,0E-04	8,6E-05	1,2E-04	6,4E-04	1,2E-03	9,7E-04	7,6E-04	1,2E-04	2,6E-04
exp	0,1155	0,1115	0,0791	0,1215	0,0557	0,0844	0,1007	0,1362	0,1246	0,1152	0,0817	0,0803
ti =	5,1	5,3	7,4	4,8	10,5	9,1	5,4	4,3	4,7	5,1	9,5	7,3
tr =	29,6	30,6	43,1	28,1	61,3	53,0	31,4	25,1	27,4	29,6	55,4	42,5
Пр-ры и пр-меты быта	27453	2965	1422	335612,0	157313	441028	5968	1018	240	83068,7	42202	88639
Эл.приборы, в т. ч.:	19340	2455	1206	206678,2	103973	289586	5086	958	230	59893,7	39753	85104
в т.ч. холодильник	9486	851	254	140026,6	58223	164541	1090	152	27	25953,6	3995	4648
в т.ч. кондиционер	184	3	0	2962,8	745	1778	17	2	0	468,4	50	115
в т.ч. телевизор	94	1	1	697,2	3	634	12	0	0	207,6	20	38
в т.ч. магнитофон	226	12	5	1461,7	484	1497	15	1	0	185,7	992	17
в т.ч. электронагр.	83	6	0	611,3	0	227	6	0	0	20,2	0	576
в т.ч. провода и эл.уст.изд.	1623	308	179	13371,2	5585	16268	77	35	8	482,8	18	362
в т.ч. газовые приборы	6490	202	37	115562,5	47755	135174	805	25	2	22692,2	2431	3173
в т.ч. печи и пр.уст.	475	68	413	2532,5	3257	2623	56	11	74	987,9	120	1064
в т.ч. приборы с ГЖ	5227	1740	336	56208,7	36391	73302	2184	1010	98	33982,6	7840	7319
Остальные	8398	1724	200	103038,8	38067	116157	8319	1356	202	131778,2	36297	119810
Источники пожаров и потерь	спасено	травмы	гибель	ущерб	уничтож.	поврежд.	спасено	травмы	гибель	ущерб	уничтож.	поврежд.

В следующих публикациях будут представлены, результаты моделирования 1-й, 2-й и 3-й очереди «виртуального внедрения инноваций» в макросистеме обеспечения пожарной безопасности Юга России (МСО ПБ), которые показывают реальность достижения требуемого ГОСТ 12.1.004 уровня безопасности населения при пожарах (0,999999), при котором из 140 млн. россиян ежегодно в пожарах могут получить травмы и погибнуть не более 140 человек, в то время как в настоящее время погибают каждый год в 100 раз (!) больше, и в 100 раз (!) больше получают травмы различной степени тяжести [10-13].

Библиография

1. Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений. Утверждена Постановлением Госплана СССР, Госстроя СССР и Президиума АН СССР от 8 сентября 1969 г. № 40/100/33 Госстроя СССР.
2. Лебедкин Н.А. Новые методы расчета эффективности инвестиций в угольной промышленности // Уголь. 2007. № 1(969). С. 37-39.
3. Инструкция по определению экономической эффективности новой пожарной техники, пожарно-профилактических мероприятий, изобретений и рационализаторских предложений в области пожарной защиты. М.: ВНИИПО МВД СССР, 1980. 109 с.
4. Методика и примеры технико-экономического обоснования противопожарных

мероприятий к СНиП 21-01-97 "Пожарная безопасность зданий и сооружений" // МДС 21-3. 2001, УДК [69+699.81] (083.74)/, ЦНИИ промзданий, 2001. 44 с.

5. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» // Росс. газ. 2008. № 163.
6. ГОСТ 12.1.004 Пожарная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1992.
7. Хастингс Н., Пикок Дж. Справочник по статистическим распределениям. М., 1980. 95 с.
8. Белозеров В.В., Прус Ю.В., Топольский Н.Г. Информационно-компьютерные технологии в реализации технического регламента о требованиях пожарной безопасности // Технологии техносферной безопасности. 2010. № 2(30). 13 с.
9. Белозеров В.В. Автоматизированная система испытаний материалов электротехнической и радиоэлектронной промышленности с контролем их пожарной опасности: дис..... канд. тех. наук. Ростов-н/Д: ЮФУ, 2008. 153 с.
10. Белозеров В.В. Методы, модели и средства автоматизации управления техносферной безопасностью: дис..... д-ра тех. наук. Ростов-н/Д: ЮФУ, 2012. 422 с.
11. Кимстач И.Ф., Девлишев П.П., Евтюшкин Н.М. Пожарная тактика. М.: Стройиздат, 1984. 590 с.
12. Белозеров В.В. О применении закона больших чисел при статистическом анализе пожаров // Технологии техносферной безопасности. 2010. № 2(30). 8 с.
13. Микеев А.К. Социально-экономические и технические проблемы совершенствования системы обеспечения пожарной безопасности в стране: дис… д-ра эк. наук. М: ВНИИПО МВД РФ, 1991. 386 с.
14. Белозеров В.В., Скородинский О.В. О модели инспектора ГПН // «Строительство-2006»: Материалы межд. науч.-практ. конф. Ростов-н/Д: РГСУ, 2006. С. 384-386.
15. Олейников С.Н. О финансировании добровольных пожарных формирований // Ежегодная международная научно-техническая конференция Системы безопасности (СБ – 2012): мат-лы 21-й международной научно-технической конференции. М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. С. 292-294.
16. Белозеров В.В. Повышение эффективности противопожарной пропаганды // Ежегодная международная научно-техническая конференция Системы безопасности («СБ-2000»): Материалы 9-й Межд. конф. М.: АГПС МВД РФ, 2000. С. 138-140.
17. Э.Р.Дж. Эккерт Проблема пожаров в США – в книге "Теплопередача при пожаре" / Под ред. П. Блэнкшира, пер. с англ. В.Т. Потемкина. М.: Стройиздат, 1981. С. 7-18.
18. Ворошилова Т.А., Потемкин В.Т., Расчетин Г.А. Основы противопожарной пропаганды. М.: Стройиздат, 1984. 183 с.

References (transliterated)

1. Tipovaya metodika opredeleniya ekonomicheskoi effektivnosti kapital'nykh vlozhenii. Utverzhdena Postanovleniem Gosplana SSSR, Gosstroya SSSR i Prezidiuma AN SSSR ot 8 sentyabrya 1969 g. № 40/100/33 Gosstroya SSSR.
2. Lebedkin N.A. Novye metody rascheta effektivnosti investitsii v ugol'noi promyshlennosti // Ugol'. 2007. № 1(969). S. 37-39.
3. Instruktsiya po opredeleniyu ekonomicheskoi effektivnosti novoi pozharnoi tekhniki, pozharno-profilakticheskikh meropriyatii, izobretenii i ratsionalizatorskikh predlozhenii v oblasti pozharnoi zashchity. M.: VNIIPO MVD SSSR, 1980. 109 s.
4. Metodika i primery tekhniko-ekonomicheskogo obosnovaniya protivopozharnykh meropriyatii k SNiP 21-01-97 "Pozharnaya bezopasnost' zdanii i sooruzhenii" // MDS 21-

3. 2001, UDK [69+699.81] (083.74)/, TsNII promzdanii, 2001. 44 s.
5. Federal'nyi zakon «Tekhnicheskii reglament o trebovaniyakh pozharnoi bezopasnosti» // Ross. gaz. 2008. № 163.
6. GOST 12.1.004 Pozharnaya bezopasnost'. Obshchie trebovaniya. M.: Izd. standartov, 1992.
7. Khastings N., Pikok Dzh. Spravochnik po statisticheskim raspredeleniyam. M., 1980. 95 s.
8. Belozerov V.V., Prus Yu.V., Topol'skii N.G. Informatsionno-komp'yuternye tekhnologii v realizatsii tekhnicheskogo reglamenta o trebovaniyakh pozharnoi bezopasnosti // Tekhnologii tekhnosfernoi bezopasnosti. 2010. № 2(30). 13 s.
9. Belozerov V.V. Avtomatizirovannaya sistema ispytanii materialov elektrotekhnicheskoi i radioelektronnoi promyshlennosti s kontrolem ikh pozharnoi opasnosti: dis..... kand. tekh. nauk. Rostov-n/D: YuFU, 2008. 153 s.
10. Belozerov V.V. Metody, modeli i sredstva avtomatizatsii upravleniya tekhnosfernoi bezopasnost'yu: dis..... d-ra tekh. nauk. Rostov-n/D: YuFU, 2012. 422 s.
11. Kimstach I.F., Devlishev P.P., Evtyushkin N.M. Pozharnaya taktika. M.: Stroiizdat, 1984. 590 s.
12. Belozerov V.V. O primenenii zakona bol'shikh chisel pri statisticheskom analize pozharov // Tekhnologii tekhnosfernoi bezopasnosti. 2010. № 2(30). 8 s.
13. Mikeev A.K. Sotsial'no-ekonomicheskie i tekhnicheskie problemy sovershenstvovaniya sistemy obespecheniya pozharnoi bezopasnosti v strane: dis… d-ra ek. nauk. M: VNIIPO MVD RF, 1991. 386 s.
14. Belozerov V.V., Skorodinskii O.V. O modeli inspektora GPN // «Stroitel'stvo-2006»: Materialy mezhd. nauch.-prakt. konf. Rostov-n/D: RGSU, 2006. S. 384-386.
15. Oleinikov S.N. O finansirovanii dobrovol'nykh pozharnykh formirovanii // Ezhegodnaya mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya Sistemy bezopasnosti (SB – 2012): mat-ly 21-i mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii. M.: Akademiya GPS MChS Rossii, 2012. S. 292-294.
16. Belozerov V.V. Povyshenie effektivnosti protivopozharnoi propagandy // Ezhegodnaya mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya Sistemy bezopasnosti («SB-2000»): Materialy 9-i Mezhd. konf. M.: AGPS MVD RF, 2000. S. 138-140.
17. E.R.Dzh. Ekkert Problema pozharov v SShA – v knige “Teploperedacha pri pozhare” / Pod red. P. Blenkshira, per. s angl. V.T. Potemkina. M.: Stroiizdat, 1981. S. 7-18.
18. Voroshilova T.A., Potemkin V.T., Raschetin G.A. Osnovy protivopozharnoi propagandy. M.: Stroiizdat, 1984. 183 s.