

Рак Т.Е., Борзов Ю.А. Линейные формы с элементами алгоритма RSA и дополнительное зашумление в защите полутоновых изображений

Рассмотрены проблемы защиты изображений от несанкционированного доступа. Сформулированы требования к методам шифрования в случае их использования относительно изображений – полная зашумленность зашифрованного изображения. Описано использование элементов алгоритма RSA и линейных форм для использования при шифровании – дешифровании изображений при наличии дополнительного зашумления. Предложенная модификация базового алгоритма RSA может применяться для шифрования как для полутоновых, так и для цветных изображений. Стойкость к несанкционированному дешифрованию предложенного алгоритма обеспечивается стойкостью базового алгоритма RSA с дополнительной стойкостью, которая предоставляется использованием линейных форм.

Ключевые слова: шифрование, дешифрование, алгоритм RSA, линейная форма.

Rak T.Ye., Borzov Yu.O. Linear forms with elements of the RSA algorithm and additional noise in defense of grayscale images

This article deal with the problem of image protection from unauthorized access. The requirements to encryption methods in the case of images – full noisy encrypted image. The using of elements of the RSA algorithm and linear forms for images encrypting-deciphering in case of additional noise is described. A modification of the basic algorithm of RSA encryption can be used for grayscale and color images. Resistance to unauthorized decryption of the proposed algorithm is provided by the basic stability RSA algorithm with additional stability provided by the use of linear forms.

Keywords: encryption, decryption, the RSA algorithm, linear form.

УДК 614.843(075.32)

Проректор И.О. Мовчан, канд. техн. наук – Львовский ГУ БЖД

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РИСКА УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ВРЕМЕНИ ЛИКВИДАЦИИ ПОЖАРА

Разработан метод определения риска увеличения продолжительности времени процесса ликвидации пожара на объекте защиты с использованием основных положений теории надежности с разработкой функциональных моделей риска каждой технологической операции процесса ликвидации пожара, на основании которых получена математическая модель риска увеличения продолжительности времени ликвидации пожара с установлением влияния составляющих риска на обеспеченность проектами и программами каждой технологической операции, которая влияет на эффективность тушения пожара.

Ключевые слова: пожар, ликвидация пожара, риск увеличения продолжительности времени ликвидации пожара, математическая модель, распределение Вейбулла, экспоненциальное распределение, нормальное распределение, информационные технологии.

Постановка проблемы. В сфере пожарной безопасности пользуются термином "пожарный риск", то есть это мера возможности реализации пожарной опасности объектов защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей. Гарантирование пожарной безопасности объектов защиты, а также гарантия ликвидации пожара, в случае его возникновения, состоит из определения, анализа и оценивания пожарного риска, что позволяет разрабатывать и внедрять соответствующие мероприятия для его уменьшения до допустимого значения. Согласно рекомендациям Всемирной организации здравоохранения и

Постановления Кабинета Министров Украины [1, 2] пожарные риски классифицируют так: 1) незначительный риск $\varepsilon \leq 10^{-6}$; 2) средний риск $\varepsilon = 10^{-6} \dots 5 \cdot 10^{-5}$; 3) высокий (терпимый) риск $\varepsilon = 5 \cdot 10^{-5} \dots 5 \cdot 10^{-4}$; 4) неприемлемый риск $\varepsilon > 5 \cdot 10^{-4}$. В свою очередь, пожарный риск указывает на соответствующую вероятность возникновения пожара на объекте.

Относительно определения пожарного риска для объектов в настоящее время проделана значительная научно-исследовательская работа, на основании которой получены положительные результаты. Значительный вклад в решение этого вопроса внесли Н.Н. Брушлинский, В.В. Холщевников, Д.А. Самошин (Россия), Э.Н. Гулида, И.А. Мовчан, А.Д. Кузык, Я.И. Хомяк, Е.Ф. Якименко, Р.В. Климаш (Украина) и многие другие. Однако практически отсутствуют данные по определению риска ликвидации пожара, который может возникнуть на том или ином объекте. В следствии этого очень сложно предложить необходимые мероприятия для управления проектами и программами системы ликвидации пожаров на объектах защиты, которые бы уменьшали последствия от пожара. Поэтому возникает проблема в определении риска процесса ликвидации пожара с использованием математических моделей.

Анализ последних достижений и публикаций. Первые теоретические исследования по установлению риска ликвидации пожара были выполнены Н.Н. Брушлинским [3]. Результаты статистических исследований [3] показывают, что длительность тушения пожара τ_T , описывается с помощью распределения Эрланга

$$\phi(\tau_T) = \mu \frac{(\mu \tau_T)^r}{r!} e^{-\mu \tau} \quad (\tau > 0; r = 0, 1, 2, \dots), \quad (1)$$

где: μ – постоянный параметр; r – порядок распределения Эрланга.

Для нормирования продолжительности времени тушения пожара рекомендуют [4, 5] рассматривать вероятность противоположного случайного события, то есть вероятность того, что τ_T будет не меньшим некоторого значения τ . С учетом пожарного риска $\varepsilon_{л.п}$, то есть с учетом части пожаров от общего их количества, продолжительность времени тушения которых выходит за границу некоторого нормативного значения τ_n , можно определить количество пожаров, которые будут превышать это время. В этом случае, если $\varepsilon_{л.п} = 0,01$, то лишь для одного пожара из 100, продолжительность времени тушения будет превышать нормативное время τ_n , то есть

$$P\{\tau_T \geq \tau_n\} \leq \varepsilon_{л.п}. \quad (2)$$

Результаты анализа зависимости (2) показывают, что с уменьшением значения пожарного риска нормативное время тушения пожара увеличивается. Для усовершенствования и повышения эффективности работы пожарно-спасательных подразделений при тушении пожаров была предложена работа, которая состояла в разработке имитационной модели "ТИГРИС" в Академии ГПС МВД России [6]. Подобная имитационная модель была также разработана в Нью-Йоркском Ренд-институте [7].

При всех своих положительных характеристиках данные модели имеют один общий функциональный недостаток. Фактически основной показатель, который характеризует результативность действий пожарно-спасательных под-

разделений, – продолжительность времени обслуживания вызова или времени локализации и тушения пожара определяются путем его моделирования на известных для данного населенного пункта статистических характеристиках, то есть практически независимо от времени реакции пожарно-спасательных подразделений на вызов. Кроме того, при получении данных после решения этих моделей не рассматривается риск, связанный с ликвидацией пожара.

Рассмотренные результаты исследований указывают на существующую проблему, которая заключается в том, что не рассматривался риск ликвидации пожара.

Постановка задачи и ее решение. Целью работы поставлена задача разработать метод определения риска процесса ликвидации пожара на объекте защиты с использованием основных положений теории надежности и моделей вероятностей каждой операции этого процесса, которые позволят установить влияние на обеспеченность проектами и программами каждой операции и на эффективность ликвидации пожара.

Для решения этой задачи на первом этапе воспользуемся зависимостью для определения времени ликвидации пожара с использованием всех составляющих времен на выполнение необходимых тактических действий

$$\tau_{л.п} = \tau_{в.о} + \tau_{изв} + \tau_{п.о.и} + \tau_{с.с} + \tau_{сб} + \tau_{сл} + \tau_{раз} + \tau_{лок} + \tau_{туш} + \tau_{о.т}, \quad (3)$$

где: $\tau_{в.о}$ – время с момента возникновения к моменту обнаружения пожара (на практике это время, согласно рекомендациям [8], для зданий, которые оборудованы системой извещения о пожаре и управлением эвакуацией, находится в пределах 3...6 мин); $\tau_{изв}$ – время с момента выявления пожара до момента извещения о нем в пожарно-спасательное подразделение; $\tau_{изв} = 3...4$ мин [9]; $\tau_{п.о.и}$ – время на получение и обработку извещения о пожаре; $\tau_{п.о.и} = 1$ мин [10]; $\tau_{с.с}$ – время на привлечение сил и средств гарнизона для тушения пожара; $\tau_{с.с} = 3$ мин (приказ МВД Украины №325 от 01.07. 1993); $\tau_{сб}$ – время сбора личного состава; $\tau_{сб} = 1$ мин [10]; $\tau_{сл}$ – время следования на пожар; $\tau_{раз}$ – время оперативного развертывания; $\tau_{раз} = 5...8$ мин [9]; $\tau_{лок}$ – время локализации очага пожара; $\tau_{туш}$ – время тушения пожара после его локализации; $\tau_{о.т}$ – время окончательного тушения (дотушивания) воспламеняющихся очагов пожара.

На втором этапе на основании основных положений теории надежности принимаем следующие положения. Вероятность безотказной работы $r(t)$ любой системы в зависимости от ее состояния или, например любой технологической операции процесса ликвидации пожара, может изменяться в пределах от 0 до 1. В тоже время в процессе их функционирования может возникнуть вероятность отказа $F(t)$. Известно, что сумма этих параметров равняется единице, то есть

$$R(t) + F(t) = 1.$$

Тогда вероятность отказа может быть определена из условия

$$F(t) = 1 - R(t).$$

Исходя из этого положения было принято условие, которое заключается в следующем, что вероятность отказа $F(t)$ есть не что иное как определенный риск в продолжении функционирования соответствующей системы. Поэтому было принято, что

$$F_i(t) = \varepsilon_i,$$

где ε_i – риск невыполнения функционирования i -той системы.

Кроме того, на основании положений теории вероятностей известно, что при последовательном размещении элементов системы, каждый из которых имеет свою независимую вероятность отказа, общая вероятность риска невыполнения функционирования всей системы будет определяться как произведение всех частных. В этом случае общий риск ε отказа всей системы можно определить так:

$$\varepsilon = \prod_{i=1}^n \varepsilon_i,$$

где n – общее количество последовательных элементов системы.

Такой подход был использован для определения риска увеличения продолжительности процесса ликвидации пожара. Использование этого подхода для определения риска увеличения продолжительности процесса ликвидации пожара подтверждается такими же положениями методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности, утвержденной приказом МЧС РФ от 30.06.2009 г. № 382. Результат расчета пожарного риска или риска увеличения продолжительности ликвидации пожара не должен превышать значений, которые рекомендуются Всемирной организацией здравоохранения. В случае превышения этих значений риска необходимо разрабатывать и внедрять в пожарно-спасательных подразделениях соответствующие мероприятия, которые бы способствовали снижению риска увеличения продолжительности времени ликвидации пожара, который в идеальном случае должен стремиться к нулю.

Тогда, используя зависимость (3), представим математическую модель риска $\varepsilon_{л.п}$ увеличения продолжительности времени ликвидации пожара

$$\varepsilon_{л.п} = \varepsilon_{о.п} \varepsilon_{изв} \varepsilon_{п.о.и} \varepsilon_{с.с} \varepsilon_{сб} \varepsilon_{сл} \varepsilon_{раз} \varepsilon_{лок} \varepsilon_{туш} \varepsilon_{о.т}, \quad (4)$$

где $\varepsilon_{о.п}, \varepsilon_{изв}, \varepsilon_{п.о.и}, \varepsilon_{с.с}, \varepsilon_{сб}, \varepsilon_{сл}, \varepsilon_{раз}, \varepsilon_{лок}, \varepsilon_{туш}, \varepsilon_{о.т}$ – соответственно риски: несвоевременного обнаружения пожара, несвоевременного извещения о пожаре, несвоевременного получения и обработки извещения о пожаре, несвоевременного привлечения сил и средств, несвоевременного сбора личного состава, несвоевременного прибытия (следования), несвоевременного оперативного развертывания, увеличения продолжительности времени локализации, увеличения продолжительности тушения пожара, увеличения продолжительности времени операции, не допускающей повторного возникновения пожара.

На третьем этапе определим значение составляющих риска (4) с использованием основных положений теории надежности.

На основании анализа основных положений теории надежности [11-13] установлено, что для математической модели определения риска ликвидации пожара наиболее целесообразно использовать распределение Вейбулла, плотность которого можно рассчитать с использованием зависимости

$$f(\tau) = \frac{b}{a} \left(\frac{\tau}{a} \right)^{b-1} \cdot \exp \left[- \left(\frac{\tau}{a} \right)^b \right], \quad (5)$$

где: a – параметр масштаба, например, среднее значение наработки объекта на отказ T_o ; b – параметр формы плотности распределения; τ – действительное значение наработки объекта.

Распределение Вейбулла было принято за основу исходя из того, что в процессе ликвидации пожара почти на всех технологических операциях пожаротушения применяют технические средства, вероятность отказа которых в большинстве случаев определяют с использованием этого распределения. Кроме того, для определения параметра формы b , от значения которого зависит вид распределения, использовался метод статистического моделирования показателей надежности [11], который в данной статье не приводится. В случае, когда параметр формы $b \leq 1$, распределение Вейбулла превращается в экспоненциальное, которое определяют с использованием зависимости с параметром $1/a = \lambda = const$ – интенсивность отказов

$$f(\tau) = \lambda \exp(-\lambda \tau). \quad (6)$$

Интенсивность отказов для экспоненциального распределения определяют зависимостью

$$\lambda = \frac{1}{T_o}, \quad (7)$$

где T_o – среднее значение времени (или другого фактора) наработки на отказ. Непрерывное время наработки на отказ приведено в стандартах или в нормативных документах, а его значение получают на основании результатов эксперимента или эксплуатации соответствующего объекта

$$T_o = \frac{1}{m_k} \sum_{i=1}^k T_{oi}, \quad (8)$$

где: T_{oi} – время непрерывной работы объекта после возобновления между двумя смежными отказами; k – общее количество отказов при исследовании N объектов; m_k – математическое ожидание количества отказов N объектов до наработки T_o

$$m_k = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N k_i, \quad (9)$$

где k_i – единичный отказ за время T_{oi} непрерывной работы объекта.

Тогда риск отказа события можно определить зависимостью

$$\varepsilon = \int_0^{\tau} \lambda e^{-\lambda \tau} d\tau = 1 - e^{-\lambda \tau} = 1 - \exp(-\lambda \tau). \quad (10)$$

В случае, когда параметр формы $1 < b \leq 2$, значения составляющих риска можно определить с использованием распределения Вейбулла. В этом случае

$$\varepsilon = 1 - \exp\left[-\left(\frac{\tau}{T_o}\right)^b\right]. \quad (11)$$

В случае, когда параметр формы $b > 2$, значения составляющих риска можно определить с использованием нормального распределения согласно зависимости

$$\varepsilon = 0,5 + \Phi(u_p), \quad (12)$$

где $\Phi(u_p)$ – функция Лапласа (эта функция является нечетной, то есть $\Phi(-u_p) = -\Phi(u_p)$); u_p – квантиль нормального распределения.

Функцию Лапласа и квантиль нормального распределения можно определить с использованием зависимости (11), (12):

$$\Phi(u_p) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{u_p} e^{-\frac{u_p^2}{2}} du_p; \quad (13)$$

$$u_p = \frac{\tau - T_o}{S_\tau}, \quad (14)$$

где S_τ – среднее квадратичное отклонение наработки τ , которое определяют с использованием зависимости для случая, когда $N \leq 25$

$$S_\tau = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (\tau_i - T_o)^2}; \quad (15)$$

где τ_i – время наработки на отказ одного i -го объекта из N объектов, которые исследуются.

Для определения функции Лапласа необходимо сначала определить квантиль нормального распределения согласно (14) для соответствующего времени τ , а потом с использованием справочника, в котором размещены таблицы функции Лапласа, выбрать значение $\Phi(u_p)$.

Теперь переходим к определению значений составляющих риска.

- Риск несвоевременного обнаружения пожара $\varepsilon_{o,n}$ подчиняется, как показали результаты статистического моделирования, нормальному закону распределения. Тогда

$$u_p = \frac{\tau_{6,o,\delta} - 6}{2}; \quad \varepsilon_{o,n} = 0,5 + \Phi(u_p), \quad (16)$$

где: $\tau_{6,o,\delta}$ – действительное время обнаружения пожара, мин; индекс δ обозначает в этой зависимости и в дальнейших действительное значение рассматриваемого фактора.

- Риск несвоевременного извещения о пожаре $\varepsilon_{изв}$ также подчиняется нормальному закону распределения. В этом случае имеем при $\tau_{изв,\delta}$, мин

$$u_p = \frac{\tau_{изв,\delta} - 4}{1,3}; \quad \varepsilon_{изв} = 0,5 + \Phi(u_p). \quad (17)$$

- Риск несвоевременного получения и обработки извещения о пожаре $\varepsilon_{n,o,m}$ подчиняется экспоненциальному закону и определяется (при $\tau_{n,o,m,\delta}$, мин) согласно зависимости

$$\varepsilon_{n,o,m} = 1 - \exp(-\tau_{n,o,m,\delta}). \quad (18)$$

- Риск несвоевременного привлечения сил и средств гарнизона для тушения пожара $\varepsilon_{c,c}$ также подчиняется экспоненциальному закону и определяется (при $\tau_{c,c,\delta}$, мин) согласно зависимости

$$\varepsilon_{c,c} = 1 - \exp(-0,33\tau_{c,c,\delta}). \quad (19)$$

- Риск несвоевременного сбора личного состава $\varepsilon_{сб}$ при $\tau_{сб,\delta}$, мин

$$\varepsilon_{сб} = 1 - \exp(-\tau_{сб,\delta}). \quad (20)$$

- Риск несвоевременного прибытия (следования) к месту вызова $\varepsilon_{сл}$ подчиняется распределению Вейбулла. В этом случае при действительном времени следования $\tau_{сл,д}$ в мин, имеем

$$\varepsilon_{сл} = 1 - \exp \left[- \left(\frac{\tau_{сл,д}}{T_{о,сл}} \right)^2 \right], \quad (21)$$

где $T_{о,сл}$ – нормативное время следования пожарно-спасательных подразделений к месту вызова, мин. Согласно Постановлению Кабинета Министров Украины от 27 ноября 2013 г. нормативное время прибытия (после получения диспетчерской службой вызова) к месту вызова 15 мин. Нормативные времена на получение и обработку извещения о пожаре, на привлечение сил и средств гарнизона на тушение пожара и на сбор личного состава в общей сложности составляют 5 мин. Тогда $T_{о,сл} = 15 - 5 = 10$ мин.

- Риск несвоевременного оперативного развертывания $\varepsilon_{раз}$ наилучшим образом подчиняется распределению Вейбулла. Тогда

$$\varepsilon_{раз} = 1 - \exp \left[- (0,1\tau_{раз,д})^2 \right], \quad (22)$$

где действительное время оперативного развертывания $\tau_{раз,д}$ (мин) можно определить на основании математической обработки результатов полнофакторного эксперимента

$$\tau_{раз,д} = 1,2 + 0,6N_{от} + 0,1N_{ств} + 1,04N_{г} + 0,32Z_{п}, \quad (23)$$

где: $N_{от}$ – количество отделений, которое принимает участие в оперативном развертывании; $N_{ств}$ – общее количество стволов, которое закреплено за отделениями для ликвидации пожара; $N_{г}$ – количество пожарных гидрантов, которое используется в процессе ликвидации пожара; $Z_{п}$ – этаж здания, на котором возник пожар.

- Риск увеличения времени локализации очага пожара $\varepsilon_{лок}$ подчиняется распределению Вейбулла. В этом случае имеем

$$\varepsilon_{лок} = 1 - \exp \left[- (0,01\tau_{лок,д})^2 \right], \quad (24)$$

где действительное время локализации пожара $\tau_{лок,д}$ (мин) для пожаров класса А можно определить с использованием зависимости (14)

$$\tau_{лок,д} = \frac{6,39S_{лок}^{0,893}}{2N_A + N_B} K_I K_d, \quad (25)$$

где: $S_{лок}$ – площадь локализации очага пожара, м²; N_A – количество стволов А; N_B – количество стволов В; K_I – коэффициент, который учитывает интенсивность подачи огнетушащего вещества (табл. 1); K_d – коэффициент, который учитывает влияние диаметра насадки на время локализации пожара (табл.).

Табл. Значения коэффициентов K_I и K_d

Интенсивность подачи огнетушащего вещества							Диаметр насадки на стволе					
$I, л/с \cdot м^2$	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	$d, мм$	19	25	28	32	38
K_I	1,32	1,16	1,0	0,88	0,7	0,58	K_d	1,0	0,85	0,75	0,67	0,5

Для определения площади локализации $S_{лок}$ необходимо рассчитать прогнозируемую площадь пожара $S_{п}$ в м², используя зависимости:

- для кругового и углового пожара
- $$S_{п} = 0,5\alpha(\tau_{с,з} - 5)^2 V_{л}^2; \quad (26)$$

- для прямоугольного пожара
- $$S_{п} = a_n(\tau_{с,з} - 5)V_{л}, \quad (27)$$

где: α – величина центрального угла в радианах: 6,28 – круговой пожар; 3,14 – угловой пожар 180°; 1,57 – угловой пожар 90°; $\tau_{с,з}$ – прогнозируемое время свободного горения до момента начала локализации, мин; a_n – ширина пламени пожара, м; $V_{л}$ – линейная скорость распространения пламени, м/мин.

Определяем для кругового и углового пожара радиус r распространения пламени

$$R = \sqrt{\frac{2S_{п}}{\alpha}}$$

Площадь локализации $S_{лок}$ в м² зависит от глубины подачи гасящей струи h , м (обычно принимают $h = 5$ м). Тогда:

- для кругового и углового пожара
- $$S_{лок} = 0,5\alpha[R^2 - (R - h)^2]; \quad (28)$$

- для прямоугольного пожара
- $$S_{лок} = na_n h, \quad (29)$$

где n – количество направлений локализации.

Риск увеличения продолжительности тушения пожара $\varepsilon_{туш}$ при расчетном времени продолжительности тушения $\tau_{туш,д}$ (мин) будет

$$\varepsilon_{туш} = 1 - \exp \left[- \left(\frac{\tau_{туш,д}}{T_{о,туш}} \right)^2 \right]. \quad (30)$$

Расчетное время продолжительности тушения пожара $\tau_{туш,д}$ (мин) можно определить с использованием зависимости

$$\tau_{туш,д} = \tau_{лок,д} \left(\frac{S_{п}}{S_{лок}} - 1 \right). \quad (31)$$

Значение $T_{о,туш} = 60$ мин [15].

Риск увеличения продолжительности времени операции, не допускающей повторного возникновения пожара $\varepsilon_{о,т}$ при расчетном времени продолжительности ликвидации пожара $\tau_{о,т,д} = 0,5(\tau_{лок,д} + \tau_{туш,д})$ (мин) будет

$$\varepsilon_{о,т} = 1 - \exp[-0,01(\tau_{лок,д} + \tau_{туш,д})]. \quad (32)$$

Рассмотрим результаты моделирования рисков на примере. На основании результатов анализа полученных данных примера рассмотрим процесс управления программами и проектами по улучшению системы ликвидации пожаров. Действительная вероятность ликвидации пожара $P_{л,н}$ определяется после расчета всех составляющих риска с использованием зависимости

$$P_{л,н} = 1 - \varepsilon_{л,н}. \quad (33)$$

- В результате выполненных исследований получены следующие результаты:
- а) впервые разработан метод определения риска увеличения продолжительности времени ликвидации пожара на основе математических моделей его составляющих с использованием основных положений теории надежности, что позволяет уменьшить убытки от возникшего пожара;
 - б) предлагаемый метод определения риска увеличения продолжительности времени ликвидации пожара дает возможность на основании статистических данных по времени ликвидации пожаров выполнять анализ работы пожарно-спасательных подразделений и выявлять узкие места в их работе;
 - в) результаты анализа риска увеличения продолжительности времени ликвидации пожара показывают, что основным узким местом в работе пожарно-спасательных подразделений есть время следования к месту вызова. Поэтому необходимо для существующих условий выбирать оптимальные пути следования за счет внедрения для каждой пожарно-спасательной части оперативных информационных технологий выбора оптимального пути следования в любое время суток, что позволит уменьшить время следования на 30...35 %;
 - г) для уменьшения продолжительности времени локализации, тушения и операции, не допускающей повторного возникновения пожара на месте вызова, как показали результаты расчета, необходимо направлять оптимальное количество пожарно-спасательных подразделений, что может быть обеспечено только после внедрения в каждом пожарном депо информационных технологий для расчета количества сил и средств ликвидации пожара;
 - д) необходима дальнейшая работа с целью усовершенствования и упрощения метода прогнозирования риска увеличения продолжительности времени ликвидации пожара за счет накопления и расширения банка данных по этой тематике.

Література

1. Begun V.V. Safety of vital functions / V.V. Begun, I.M. Naumenko. – K. : Publisher "Lybidka", 2004. – 328 p. (Ukrainian edition).
2. Decision of Cabinet Ukraine from February. – 2012. – Vol. 29. – № 306. – K. : Publisher "Lybidka". – 3 p. (Ukrainian edition).
3. Design of fires and explosions / Under a gen. rel. N.N. Brushlinskogo and A.Ya. Korolchenko. – M. : Publisher "Pozhnauka", 2000. – 482 p. (Russian edition).
4. Brushlinskiy N.N. Perfection of organization and management fire prevention / N.N. Brushlinskiy, A.K. Mikeev, G.S. Bozukov and other.; Under rel. N.N. Brushlinskogo. – M. : Publisher "Stroyizdat", 1986. – 152 p. (Russian edition).
5. Brushlinskiy N.N. Design of operative activity of fire service / N.N. Brushlinskiy. – M. : Stroyizdat, 1981. – 96 p. (Russian edition).
6. Brushlinskiy N.N. The Mathematical model for planning of the system of fire-prevention defence of city / N.N. Brushlinskiy, N.N. Sobolev // Management by a city. – M. : NPO ACU "Moscow", 1985. – Pp. 79-81. (Russian edition).
7. Carter G. Simulation model of fire department operation: design and preliminary results / G. Carter, I. Chaiken, E. Ignall // IEEE Transportation System Science and Cybernetics. – 1970. – № 40. – Pp. 282-293. (American edition).
8. Kholschevnikov V.V. Design of still human streams / V.V. Kholschevnikov // Design of fires and explosions. – M. : Publisher "Pozhnauka", 2000. – Pp. 139-169. (Russian edition).
9. But V.P. A practical manual is on fire tactic. / V.P. But, B.V. Kucischiy, B.V. Bolibrukh – Lvov: SPOLOM, 2003. – 133 p. (Ukrainian edition).
10. Norms are on fire-combatant preparation. – K. : UDPO MVS of Ukraine, 1995. – 14 p. (Ukrainian edition).
11. Reshetov D.N. Reliability of machines / D.N. Reshetov, A.S. Ivanov, V.Z. Fadeev. – M. : Publisher "Higher school", 1988. – 238 p. (Russian edition).

12. Dillon B. Inzhenernye methods of providing of reliability of the systems / B. Dillon, Ch. Singkh. – M. : Publisher "The World", 1984. – 318 p. (Russian edition).
13. Pronikov A.S. Reliability of Machines / A.S. Pronikov. – M. : Publisher "Mechanical Engineering", 1978. – 592 p. (Russian edition).
14. Movchan I.A. Determination of the projected time fighting a fire in the industry / I.A. Movchan, E.N. Hulida, D.P. Voytovych // Problems of Fire Safety. – Kharkov, Ukraine UCD, 2008. – Vol. 23. – Pp. 241-247. (Ukrainian edition).
15. Ivannikov V.P. Reference head of fire extinguishing. / V.P. Ivannikov, P.P. Klyus. – M. : Publisher "Stroyizdat", 1987. – 288 p. (Russian edition).

Мовчан І.О. Методика визначення ризику збільшення тривалості часу ліквідації пожежі

Розроблено метод визначення ризику збільшення тривалості часу процесу ліквідації пожежі на об'єкті з використанням основних положень теорії надійності з розроблення функціональних моделей ризику кожної технологічної операції процесу ліквідації пожежі, на підставі яких отримано математичну модель ризику збільшення тривалості часу ліквідації пожежі зі встановленням впливу складових ризику на забезпеченість проектами та програмами кожної технологічної операції, яка впливає на ефективність гасіння пожежі.

Ключові слова: пожежа, ліквідація пожежі, ризик збільшення тривалості часу ліквідації пожежі, математична модель, розподіл Вейбулла, експоненціальний розподіл, нормальний розподіл, інформаційні технології.

Movchan I.O. The Methods of Determining the Risk of Increasing the Length of Time for the Fire Suppression

The method of determining the risk of an increase in the length of time needed for the process of fire elimination at the facility using the basic principles of the theory of reliability with the development of functional models of risk each technological operation process of fire suppression on which mathematical models of risk increasing the length of time of the fire extinguishing installation components influence risk security projects and programs of each technological operation which affects the efficiency of fire fighting.

Keywords: fire, fire suppression, the risk of increasing the length of time for fire suppression, mathematical model, Weibull distribution, exponential distribution, normal distribution, information technology.

УДК 004.42

Доц. М.С. Пасєка, канд. техн. наук –
Івано-Франківський НТУ нафти і газу

ОСОБЛИВОСТІ ГРУПОВОЇ ДИНАМІКИ В ІНЖЕНЕРІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Досліджено специфіку розроблення програмних додатків, особливості впливу професійних аспектів групової динаміки та комунікації всередині команди й вимоги до особистісних якостей спеціалістів з програмної інженерії. Проведено системний аналіз класифікації особистих якостей спеціалістів з програмної інженерії, у контексті групової динаміки розроблення комп'ютерних програм та професійного спілкування під час роботи над проектом. Проаналізовано особливості організації робочого процесу і проблеми управління у динамічних групах розробників програмних додатків, а також запропоновано типовий розподіл ролей у групах до десяти осіб. Запропоновано ефективне використання методології групової динаміки, що забезпечує вищий моральний дух команди і приводить до підвищення продуктивності праці та дисципліни персоналу в команді розробників програмних додатків.

Ключові слова: програмна інженерія, групова динаміка, розроблення програмного забезпечення, професійне спілкування, розподіл ролей.