

Ф.В. Демёхин
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИДЕОТЕХНОЛОГИЙ

Показаны результаты оценки экономической эффективности автоматизированной системы противопожарной защиты объектов нефтепереработки с использованием видеотехнологий

Ключевые слова: автоматизированная система противопожарной защиты, экономическая эффективность, видеотехнологии

F.V. Demekhin
ECONOMIC EFFICIENCY OF AUTOMATED SYSTEM
OF FIRE PROTECTION OF OBJECTS PROCESSING
OF OIL WITH USE A VIDEO TECHNOLOGIES

This article gives us information about results of an estimation of economic efficiency of the automated system of fire-prevention protection of objects processing for oil with use of video technologies

Key words: automated system of fire protection, economic efficiency, video technologies

Для оценки экономической эффективности автоматизированной системы противопожарной защиты с использованием видеотехнологий был использован метод, изложенный в приложении 4 ГОСТ 12.1.004-91 [1], модифицированный с учетом специфики предметной области. Критерий экономической эффективности вычислялся по формуле

$$Y_{\Pi} = Y_M - Y, \quad (1)$$

где Y_{Π} – предотвращенный годовой ущерб, Y – ожидаемый ущерб, который может быть нанесен пожаром с учетом возможностей системы пожарной безопасности; Y_M – ущерб, который может быть нанесен пожаром при отсутствии системы пожарной безопасности. Величины Y_M и Y для предприятий нефтеперерабатывающего комплекса могут быть вычислены по формулам

$$Y_M = \frac{P_{\Pi} \cdot (3 \cdot R \cdot T_B + W_{OF})}{(1 - P_{\Pi})^2}, \quad (2)$$

$$Y = \frac{P_{\Pi}}{(1 - P_{\Pi})^2} \cdot \frac{V}{V_0} (3 \cdot R \cdot T_B + W_{OF} + Z_{СПБ}), \quad (3)$$

где W_{OF} – основные фонды предприятия; R – приведенный годовой объем обращения нефтепродукта (в денежном выражении); $Z_{СПБ}$ – приведенные затраты на систему противопожарной защиты; T_B – время полного выгорания нефтепродукта; коэффициент 3 учитывает косвенные убытки; P_{Π} –

априорная вероятность возникновения пожара; V_0 – объем сгоревшего нефтепродукта; S – объём выгоревшего нефтепродукта с учётом влияния системы противопожарной защиты.

Значение V находится по формуле

$$V = \pi \cdot \left[\nu_{\text{гор}} \cdot (t_1 + t_2 + t_3) \right]^2, \quad (4)$$

где t_1 – время, затраченное на обнаружение пожара; t_2 – время, затраченное на то, чтобы приступить к тушению пожара; t_3 – время, затраченное на тушение пожара.

С использованием выражений (2)-(4) проведена оценка экономической эффективности системы противопожарной защиты с применением видеотехнологий на примере трех резервуаров с нефтепродуктом, различающихся производственными параметрами, степенью пожарной опасности и параметрами системы пожарной безопасности. Результаты приведены в табл. 1. Годовой объем выпуска продукции предприятия в денежном выражении составляет $3 \cdot 10^8$ рублей.

Таблица 1

Экономические параметры объекта, подлежащего защите
системой пожарной безопасности

Параметры	Номер резервуара			Всего по предприятию
	1	2	3	
Приведенная стоимость основных фондов, $W_{\text{ОФ}}$ (руб.)	$1,0 \cdot 10^8$	$2,0 \cdot 10^8$	$3,0 \cdot 10^8$	$6,0 \cdot 10^8$
Приведенная стоимость затрат на систему пожарной безопасности $Z_{\text{СПБ}}$ (руб.)	$5 \cdot 10^6$	10^7	$1,5 \cdot 10^7$	1,0
Стоимость амортизации и обслуживания СПБ (руб.) для $t_1 = 0,5$ мин., $t_2 = 1$ мин.	$5 \cdot 10^5$	10^6	$1,5 \cdot 10^6$	$3 \cdot 10^6$
Априорная вероятность пожара, P_n	0,10	0,15	0,30	-
Объем нефтепродукта в резервуаре (м^3)	1000	5000	5000	11000
Скорость выгорания ($\text{м}^3/\text{мин.}$)	10	10	10	
Время восстановления при полном выгорании с учетом косвенных затрат, T_v , год	0,02	0,03	0,05	-
Время тушения (мин.)	1	2	1	

Для первого резервуара по формуле (2) получено:

$$Y_{M1} = \frac{0,1 \cdot (3 \cdot 0,02 \cdot 3 \cdot 10^8 + 10^8)}{0,9^2} = 1,457 \cdot 10^7,$$

для второго:

$$Y_{M2} = \frac{0,15 \cdot (3 \cdot 0,03 \cdot 3 \cdot 10^8 + 2 \cdot 10^8)}{0,85^2} = 4,713 \cdot 10^7,$$

для третьего:

$$Y_{M3} = \frac{0,3 \cdot (3 \cdot 0,05 \cdot 3 \cdot 10^8 + 3 \cdot 10^8)}{0,7^2} = 2,112 \cdot 10^8.$$

Ожидаемая величина ущерба при наличии системы противопожарной защиты, вычисленная по формулам (8), (9) для различных значений t_1 и t_2 , представлена в табл. 2-4.

Таблица 2

Зависимость величины ущерба резервуара № 1 от времени обнаружения пожара и времени срабатывания средств пожаротушения

Время обнаружения пожара	Время срабатывания средств пожаротушения, мин.							
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
0,5	$197 \cdot 10^5$	$197 \cdot 10^5$	$197 \cdot 10^5$	$197 \cdot 10^5$	$197 \cdot 10^5$	$197 \cdot 10^5$	$197 \cdot 10^5$	$197 \cdot 10^5$
1	$197 \cdot 10^5$	$197 \cdot 10^5$	$197 \cdot 10^5$	$197 \cdot 10^5$	$197 \cdot 10^5$	$197 \cdot 10^5$	$197 \cdot 10^5$	$197 \cdot 10^5$
1,5	$197 \cdot 10^5$	$197 \cdot 10^5$	$197 \cdot 10^5$	$197 \cdot 10^5$	$197 \cdot 10^5$	$197 \cdot 10^5$	$197 \cdot 10^5$	$197 \cdot 10^5$
2	$197 \cdot 10^5$	$197 \cdot 10^5$	$197 \cdot 10^5$	$197 \cdot 10^5$	$197 \cdot 10^5$	$197 \cdot 10^5$	$197 \cdot 10^5$	$197 \cdot 10^5$

Таблица 3

Зависимость величины ущерба резервуара № 2 от времени обнаружения пожара и времени срабатывания средств пожаротушения

Время обнаружения пожара	Время срабатывания средств пожаротушения, мин.							
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
0,5	36637876	46257109	57130000	57130000	57130000	57130000	57130000	57130000
1	46257109	57130000	57130000	57130000	57130000	57130000	57130000	57130000
1,5	57130000	57130000	57130000	57130000	57130000	57130000	57130000	57130000
2	57130000	57130000	57130000	57130000	57130000	57130000	57130000	57130000

Таблица 4

Зависимость величины ущерба здания № 3 от времени обнаружения пожара и времени срабатывания средств пожаротушения

Время обнаружения пожара	Время срабатывания средств пожаротушения, мин.							
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
0,5	68053440	97896000	1,34E+08	1,77E+08	2,26E+08	2,26E+08	2,26E+08	2,26E+08
1	97896000	1,34E+08	1,77E+08	2,26E+08	2,26E+08	2,26E+08	2,26E+08	2,26E+08
1,5	134370240	1,77E+08	2,26E+08	2,26E+08	2,26E+08	2,26E+08	2,26E+08	2,26E+08
2	177476160	2,26E+08	2,26E+08	2,26E+08	2,26E+08	2,26E+08	2,26E+08	2,26E+08

Общий предотвращенный годовой ущерб, вычисленный по формуле (2) для различных значений t_1 и t_2 , представлен в табл. 5.

Таким образом, установка автоматизированной системы противопожарной защиты с использованием видеотехнологий на предприятии позволит снизить ожидаемый ущерб от возможных пожаров при малых значениях t_1 и t_2 и не дает эффекта – при больших.

Таблица 5

Зависимость общего предотвращенного годового ущерба от времени обнаружения пожара и времени срабатывания средств пожаротушения

Время обнаружения пожара	Время срабатывания средств пожаротушения, мин							
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
0,5	148638684	109176891	61829760	18723840	$-3 \cdot 10^7$	$-3 \cdot 10^7$	$-3 \cdot 10^7$	$-3 \cdot 10^7$
1	109176891	61829760	18723840	$-3 \cdot 10^7$	$-3 \cdot 10^7$	$-3 \cdot 10^7$	$-3 \cdot 10^7$	$-3 \cdot 10^7$
1,5	61829760	18723840	$-3 \cdot 10^7$	$-3 \cdot 10^7$	$-3 \cdot 10^7$	$-3 \cdot 10^7$	$-3 \cdot 10^7$	$-3 \cdot 10^7$
2	18723840	$-3 \cdot 10^7$	$-3 \cdot 10^7$	$-3 \cdot 10^7$	$-3 \cdot 10^7$	$-3 \cdot 10^7$	$-3 \cdot 10^7$	$-3 \cdot 10^7$

Более детальный анализ табл. 3-5 показывает, что коэффициент эффективности затрат на систему противопожарной защиты с $t_1 = 0,5$ мин., $t_2 = 1$ мин. для первого резервуара равен минус 10, для второго 0,87, для третьего 75,536. Отрицательное значение коэффициента для первого резервуара показывает, что система противопожарной защиты с параметрами, приведенными в табл. 5, не способна потушить пожар в этом резервуаре. Для этого объекта необходима система, способная максимально быстро обнаруживать пожар. Наибольший эффект автоматизированная система противопожарной защиты дает для объекта № 3, для которого величина предотвращенного ущерба на каждый рубль вложений равна 75 руб. 54 коп. В соответствии с нормативным коэффициентом эффективности затрат устанавливать данную систему целесообразно для защиты резервуаров № 2 и №3.

Литература

- ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.