

УДК: 614.842.645

И.В. Севриков, доцент, канд. техн. наук,

Л.В. Квасова, старший преподаватель

Севастопольский национальный технический университет

Студгородок, г. Севастополь, Украина, 99053

E-mail: ps@sevgtu14.sebastopol.ua

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ КРИТЕРИЯ

ЭФФЕКТИВНОСТИ ВАРИАНТОВ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТИ

Рассмотрена экономическая составляющая критерия эффективности вариантов систем безопасности с позиций современной теории экономической эффективности. Представлен новый критерий эффективности, не предусматривающий корректировку возможного ущерба вероятностью опасного события. Используется укрупненный метод расчета возможного ущерба.

Проблема выбора вариантов наиболее эффективной системы безопасности при защите объектов повышенной опасности весьма актуальна в стране с высокоразвитой промышленностью и с большим количеством подобных объектов. При этом, как правило, повышение надежности системы ведет к ее удорожанию. Поэтому возникает задача выбора оптимального соотношения уровня надежности и затрат по системе безопасности с учетом других экономических составляющих. Подобное соотношение может быть представлено в общем виде критерием эффективности, методика расчета которого предлагалась в ряде предыдущих публикаций [1, 2]. Однако в связи с формированием рыночных отношений в Украине, несколько изменилась теория и практика оценки экономической эффективности. С учетом этого возникла необходимость корректировки составляющих критерия эффективности, которая позволила бы более точно оценить эффективность вариантов систем защиты, что и является целью данной работы.

В качестве критерия эффективности вариантов систем защиты объектов повышенной опасности предлагается

$$K_S = \frac{P \cdot \Delta Y}{Y_H + K + C_3 \cdot T} \rightarrow \max,$$

где P – надежность системы; ΔY , Y_H – соответственно, предотвращенный и непредотвращенный ущерб, в случае наступления опасного события и срабатывания системы (например, при пожаре, достижении предельно допустимой концентрации метана в шахтном забое и т.д.), тыс. грн.; K – капитальные затраты по системе защиты, тыс. грн.; C_3 – годовые эксплуатационные затраты по системе защиты, тыс. грн.; T – продолжительность рассматриваемого периода, лет.

В отличие от ранее предлагаемых критериев эффективности [1, 2], данный критерий в большей степени соответствует современной теории

экономической эффективности. Так, в настоящее время эффективность трактуется как отношение результатов к затратам. В предложенном критерии результаты оцениваются показателем предотвращенного ущерба ΔU . В критерии эффективности предусматривается не использовать показатель вероятности возникновения одного опасного события в год [1, 2], т.е. не корректировать этим показателем величины ΔU и U_H . Это связано с тем, что защиту объектов повышенной опасности необходимо планировать на случай, если опасные события все же произойдут. В противном случае, ущербы, скорректированные вероятностью возникновения одного пожара в год, могут оказаться столь малыми величинами по сравнению со стоимостью надежной системы защиты, что возможен ошибочный вывод о нецелесообразности

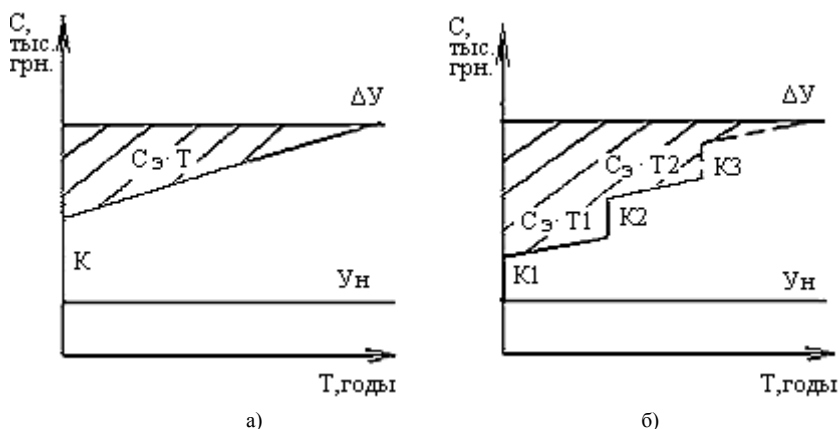


Рисунок 1 – Графики возможности использования системы защиты объекта повышенной опасности: а) без последовательной замены систем безопасности; б) с последовательной заменой систем безопасности

разности подобной защиты либо о целесообразности использования для защиты объекта менее дорогостоящей, а, следовательно, менее надежной системы безопасности.

Для ужесточения требований к системе защиты и более объективного сопоставления всех возможных затрат по ней с возможным ущербом в случае возникновения опасного события предлагается рассматривать затраты не приведенные к одному году, а за определенный период T . В качестве такого периода можно предложить два варианта.

1. Срок службы защищаемого объекта. Этот вариант целесообразен, если технические изменения защищаемого объекта очень маловероятны или незначительны, а, следовательно, неизменны требования к применяемой системе защиты.

2. Нормативный срок службы по варианту системы защиты с максимальным нормативным сроком службы (T_{max}), а следовательно, с максимальной долговечностью и надежностью.

По первому варианту должна предусматриваться возможность последовательной замены систем безопасности в случае, если ее нормативный срок службы системы безопасности меньше срока службы защищаемого объекта. По второму варианту, при рассмотрении вариантов систем с меньшей долговечностью, должна предусматриваться их последовательная замена в течение T_{max} .

При рассмотрении возможных вариантов систем защиты должно соблюдаться условие

$$\Delta Y > Y_H + K + C_3 \cdot T.$$

В общем виде данное условие применимо к варианту, когда нет необходимости в последовательной замене систем безопасности и к варианту, который предусматривает последовательную замену систем безопасности. На рисунке 1 изображены графики возможности использования систем защиты в разных вариантах, где C – стоимостные показатели.

Заштрихованные области на рисунке 1 характеризуют область возможного использования систем безопасности. Показатели $K_1, K_2, \dots$ – соответственно капитальные затраты по последовательно заменяемым системам безопасности, а $T_1, T_2, \dots$ – соответственно нормативные сроки службы этих систем.

Определенную сложность представляет расчет суммы предотвращенного и непредотвращенного ущерба. Для расчета предлагается ввести понятие возможного ущерба Y_B в случае наступления опасного события, если объект не оборудован системой безопасности

$$Y_B = \Delta Y + Y_H \quad (1)$$

или

$$Y_B = Y_{II} + Y_K,$$

где Y_{II} и Y_K – соответственно, прямой и косвенный ущерб, тыс. грн. Прямой ущерб – это восстановительная стоимость защищаемого объекта с учетом транспортных расходов и монтажа и потери в связи с гибелью и травмированием людей. Косвенный ущерб – это потери в связи с прекращением функционирования объекта, затраты на ликвидацию последствий наступившего опасного события, ущерб окружающей природной среде.

Для расчета ущерба при постепенном развитии последствий опасного события (например, пожара) предлагается метод вероятностного снижения материального ущерба, в соответствии с которым можно предположить, что

$$\frac{Y_B}{Y_{H_1}} = \frac{t_{\Sigma}^2}{t_1^2},$$

где Y_{H_1} – непредотвращенный ущерб за время t_1 от наступления опасного события до срабатывания системы безопасности; t_Σ – время от момента наступления опасного события до окончательного разрушения (безвозвратного выхода из строя) защищаемого объекта при отсутствии системы безопасности. Отсюда

$$Y_{H_1} = \frac{Y_B \cdot t_1^2}{t_\Sigma^2}.$$

Для определения непредотвращенного ущерба Y_{H_2} при работе системы от начала ее срабатывания до ликвидации опасной ситуации (время t_2) можно использовать зависимость

$$Y_H = E \cdot \left[\frac{Y_B \cdot (t^2 + t_1^2)}{t_\Sigma^2} - Y_{H_1} \right],$$

где E – степень снижения ущерба при работе системы безопасности.

В целом, непредотвращенный ущерб можно представить в виде

$$Y_H = Y_{H_1} + Y_{H_2}.$$

Предотвращенный ущерб можно определить, используя формулу (1), т.е.

$$\Delta Y = Y_B - Y_H.$$

При мгновенном развитии последствий опасной ситуации (например, взрыв при критической концентрации метана) система защиты должна сработать до наступления таких последствий, т.е. обладать очень малой степенью инертности. При этом сумма непредотвращенного ущерба при срабатывании системы будет равна нулю либо столь мала, что ею можно пренебречь, т.е. будет выполняться условие

$$\Delta Y = Y_B.$$

ВЫВОДЫ. Предложенный подход обладает новизной, которая заключается в следующем.

1. В качестве критерия эффективности предложен критерий, представляющий отношение результатов к затратам, что полностью соответствует современной теории экономической эффективности.

2. Затраты и результаты предложено приводить не к одному году, как предлагалось ранее [1, 2], а рассчитывать за весь предлагаемый к рассмотрению период. Этот подход также в большей степени соответствует современной теории эффективности и позволяет осуществить более реалистичные и наглядные расчеты и с большей степенью достоверности осуществлять выбор наиболее эффективного варианта системы безопасности.

3. Дана классификация ущербов для различных вариантов систем защиты объектов. Предложен укрупненный метод расчета ущерба применительно к различным вариантам систем защиты объектов повышенной опас-

ности. Этот метод особенно актуален, когда трудозатраты по поиску исходных статистических данных для расчета достаточно велики, либо получение части статистических данных в значительной мере затруднительно или невозможно.

Перспективы дальнейших исследований изложенного вопроса в части экономической составляющей предложенного критерия состоят в разработке детальной методики расчета составляющих возможного ущерба, что позволило бы уточнить оценки эффективности систем безопасности.

Библиографический список

1. Севриков В.В. Оценка надежности и эффективности автоматических установок (систем) пожаротушения при их разработке и проектировании. Рекомендации / В.В. Севриков, И.В. Севриков, А.П. Евдаков. — М.: Изд-во ВНИИПО МВД СССР, 1990. — 47 с.
2. Касьянов Н.А. Оптимизация надежности и эффективности автоматических установок пожаротушения при проектировании / Н.А. Касьянов, И.В. Севриков. — К.: Общество «Знание» УССР, 1989. — 17 с.
3. Инструкция по определению экономической эффективности новой пожарной техники, пожаро-профилактических мероприятий, изобретений и рационализаторских предложений в области пожарной защиты. — М.: Изд-во ВНИИПО, 1980. — 46 с.

Поступила в редакцию 01.12.2005 г.