

УДК 519.812.3:504.06.3

Л.В. Квасова, ст. преподаватель

А.И. Севриков,

Е.К. Паньков

Севастопольский национальный технический университет

Университетская 33, г. Севастополь, Украина 99053

E-mail: root@sevgtu.sebastopol.ua

УТОЧНЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ УЩЕРБА ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ РЕСУРСАМ ПРИ ОСНАЩЕНИИ ОБЪЕКТОВ ИНФОРМАЦИОННО-ЭРГАТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Уточняется методология оценки ущерба человеческим ресурсам, являющегося составляющей предотвращённого ущерба целевой функции оптимизации структур информационно-эргатических систем объектов повышенной опасности. Приводятся расчетные выражения экономических показателей.

Ключевые слова: *ущерб, предотвращённый ущерб, оптимизация, уточнение, критерий, система, информационно-эргатическая система.*

Постановка проблемы и актуальность исследования. Информационно-эргатические системы широко применяются, и в ряде случаев как обязательные, в безопасности жизнедеятельности, экологии, охране труда, пожарной защите, в службе по чрезвычайным ситуациям для контроля и защиты объектов повышенной опасности, и в первую очередь, взрывоопасных гражданских и двойного назначения. Эффективность использования таких систем различная и она зависит как от их стоимости, так и стоимости самих объектов. Защита одного и того же объекта одной и той же системой, но с разными структурными элементами обеспечивает разную эффективность. Поэтому возникает необходимость оптимизации структур информационно-эргатических систем контроля и защиты объектов и оптимального выбора средств измерения.

Оптимизация информационно-эргатических систем должна производиться по критерию в виде интегральной целевой функции, учитывающему основные свойства технической части системы, действие человека-оператора и экономические показатели. Такой критерий оптимизации предложен научной школой профессора В.В.Севрикова [1], к которой принадлежат и авторы данной работы. В отмеченной публикации в критерий оптимизации входят экономические показатели, приведённые к одному году. Возникла необходимость учёта положений современной теории экономической эффективности применительно к информационно-эргатическим системам безопасности. Экономическая эффективность рассматривается как отношение экономического результата, в качестве которого выступает предотвращённый ущерб, к затратам. Такой подход рассмотрен применительно к объектам повышенной опасности, экологическим объектам при загрязнении воздушной среды и литосферы с учётом ущерба человеческим ресурсам. В качестве экономического предложен новый показатель – предотвращённый ущерб при наличии на объекте информационно-эргатической системы [2].

В случае пожаров, взрывов и других явлений на объектах нередко гибнут и травмируются люди. В настоящее время нет строгих методик оценки ущерба человеческим ресурсам. Ведомственная неопределённость исключает нормативную регламентацию численных оценок ущербов.

Очевидно, что решение этого вопроса должно начинаться с разработки общей методологии численных оценок с учётом специфики трудовой деятельности, особенностей объектов и применяемых средств контроля и защиты. В основе разработки такой методологии должны лежать имеющиеся отраслевые методики оценки ущербов при чрезвычайных ситуациях, на производстве, в экологической и других сферах деятельности.

Целью данной статьи является систематизация и уточнение методологии оценки ущерба трудовым ресурсам, являющегося составным элементом предотвращённого ущерба в результате возникновения аварии, повлекшей травматизм людей на объектах повышенной опасности, оснащённых информационно-эргатическими системами контроля и защиты.

Ущерб человеческим ресурсам U_q можно представить суммой составляющих по выражению [3]

$$U_q = U_{q,1} + U_{q,2} + U_{q,3} + U_{q,4} = \sum_{i=1}^N U_{q,i} \text{ в грн.}, \quad (1)$$

где $U_{q,1}$ – ущерб в результате летального (смертельного) случая, грн.; $U_{q,2}$ – ущерб в результате инвалидности, грн.; $U_{q,3}$ – ущерб в результате профессионального заболевания, грн.; $U_{q,4}$ – ущерб в результате травмирования с временной потерей трудоспособности, грн.; $U_{q,i}$ – i -ая составляющая общего ущерба, грн.

Ущерб при летальных случаях определяется по выражению

$$Y_{ч.1} = P_{ч.1} \cdot n_{oc} \cdot C_{жс}, \quad (2)$$

где $P_{ч.1}$ – вероятность летального случая при свершении опасного события (определяется по данным статистики); n_{oc} – численность людей (количество человек), постоянно находящихся в зоне вероятного опасного события, чел.; $C_{жс}$ – средняя цена человеческой жизни (варьируется от 250000 грн до 4,5 млн. грн и определяется по ведомственным оценкам; может определяться по валовому национальному продукту в расчёте на одного среднестатистического работника).

Ущерб от инвалидных исходов (инд. 2), профзаболеваний (инд. 3) или травматизма (инд. 4) определяются по выражению

$$Y_{ч.2,3,4} = P_{ч.2,3,4} \cdot n_{oc} \left[\Delta R_{2,3,4} \cdot u'_{жс} + \gamma_{2,3,4} (T_{TP} - \Delta R_{2,3,4}) u'_{жс} \cdot \frac{\alpha_{TP,2,3,4}}{100} \right] \text{ в грн}, \quad (3)$$

где $P_{ч.2,3,4}$ – соответственно вероятность инвалидных исходов, профзаболеваний, травм (определяется по данным статистики); $u'_{жс}$ – средняя цена за человеческую жизнь в расчёте на 1 год трудоспособной жизни, грн/год; T_{TP} – средняя продолжительность трудоспособной жизни, лет. $\alpha_{TP,2,3,4}$ – соответственно, процент сокращения трудоспособной жизни в результате инвалидности, профзаболевания, травм; $\Delta R_{2,3,4}$ – соответственно, сокращение предстоящей трудоспособной жизни в результате инвалидности, профзаболеваний, травм, лет; $\gamma_{2,3,4}$ – соответственно, коэффициент частичной потери трудовых функций 2, 3, 4 в результате инвалидности, профзаболеваний, травм (устанавливается экспертным путём).

Для определения сумм штрафов, выплат, компенсаций и других затрат по человеческим ресурсам в результате опасного события аналогично [4] предлагается выражение

$$Z_{ч} = Z_{ч.1} + Z_{ч.2} + Z_{ч.3} + \dots + Z_{ч.11} = \sum_{i=1}^N Z_{ч,i} \text{ в грн}, \quad (4)$$

где $Z_{ч.1}$ – затраты на компенсации по временной нетрудоспособности, грн; $Z_{ч.2}$ – затраты по одноразовой помощи пострадавшим, включая членов семьи и иждивенцев погибших, грн.; $Z_{ч.3}$ – затраты по компенсациям лечебным учреждениям, грн.; $Z_{ч.4}$ – затраты на санитарно-курортное обслуживание, протезирование, приобретение транспортных средств, на специальную помощь инвалидам, грн; $Z_{ч.5}$ – затраты до предшествующего заработка в случае перевода на более лёгкую работу, грн; $Z_{ч.6}$ – затраты по пенсиям инвалидам и иждивенцам погибших, грн.; $Z_{ч.7}$ – затраты по выплатам заработной платы и доплат за время простоев, грн; $Z_{ч.8}$ – затраты на подготовку и переподготовку работников вместо выбывших вследствие гибели, инвалидности, грн; $Z_{ч.9}$ – затраты по расследованию несчастных случаев, грн; $Z_{ч.10}$ – затраты по штрафам за несчастные случаи, грн; $Z_{ч.11}$ – затраты по штрафам за несоблюдение нормативных условий охраны труда, грн; $Z_{ч,i}$ – затраты по i -ой составляющей суммарных затрат, грн.

Ущерб человеческим ресурсам $Y_{ч}$ может быть определён в соответствии с нормативной методикой [5], применительно к чрезвычайным ситуациям техногенного и природного характера. Общее выражение затрат в этом случае имеет вид

$$Y_{ч} = Y_{ч.тп} + Y_{ч.пп} + Y_{ч.лк} = \sum_{i=1}^m Y_{ч,i} \text{ в грн}, \quad (5)$$

где $Y_{ч.тп}$ – утраты, связанные с выбыванием трудовых ресурсов с производства, грн; $Y_{ч.пп}$ – затраты на выплату помощи для погребения погибшего, грн.; $Y_{ч.лк}$ – затраты на выплату пенсий в случае утраты кормильца, грн.; $Y_{ч,i}$ – затраты по i -ой составляющей суммарных затрат, грн.

Утраты от выбытия трудовых ресурсов определяются выражением

$$Y_{ч.тп} = Y_{лс} \cdot N_1 + Y_{мс} \cdot N_2 + Y_{ин} \cdot N_3 + Y_{см} \cdot N_4 = \sum_{i=1}^N Y_i, \quad (6)$$

где $Y_{лс}$ – утраты от лёгкого несчастного случая (0,28 тыс. грн/чел); $Y_{мс}$ – утраты от тяжёлого несчастного случая; $Y_{ин}$ – утраты от случая с инвалидным исходом; $Y_{см}$ – утраты от несчастного случая с летальным (смертельным) исходом; $N_{1,2,3,4}$ – количество пострадавших последовательно перечисленных видов несчастных случаев, чел; Y_i – утраты по i -ой составляющей суммарных утрат.

Затраты по выплате помощи на погребение погибшего определяется по выражению

$$Y_{ч.лн} = 12 \cdot M_n \cdot N_n, \quad (7)$$

где M_n – затраты (единовременная помощь) на погребение (0,15 тыс. грн/чел); N_n – количество погибших, чел.

Затраты на выплату пенсий в случае потери кормильца определяются по выражению

$$U_{ч.лк} = 12 \cdot M_m (18 - B_p) \cdot N_p, \quad (8)$$

где M_m – размер месячной пенсии на ребёнка до достижения 18-летнего возраста (0,037 тыс. грн/чел); B_p – возраст ребёнка, лет; N_p – количество детей, чел.

Ущерб человеческим ресурсам – это одна из составляющих предотвращённого ущерба ΔU при наличии на объектах повышенной опасности (взрывоопасных и т.д.) информационно-эргатических систем контроля и защиты. Предотвращённый ущерб является одним из основных показателей целевой функции оптимизации информационно-эргатических систем. Он введён авторами *впервые в практику* экономических оценок конечных сравниваемых результатов техногенной деятельности и технических систем контроля и защиты объектов. Поэтому возникают некоторые трудности определения предотвращённого ущерба и экономических показателей, входящих в его выражение. В связи с этим возникла необходимость уточнения методологии оценки показателя экономической эффективности $P_{эк}$, входящего в критерий оптимизации информационно-эргатических систем, с адаптацией существующих нормативных методик расчёта техногенных и экономических показателей. Выбор методик производится применительно к контролируемым и защищаемым объектам окружающей природной среды, либо производственных или другого назначения объектов, либо объектов, подверженных чрезвычайным ситуациям и др.

Для оценки предотвращённого ущерба предлагается использовать метод удельных ущербов, либо метод корректировки показателей нормативных сборов, либо методику оценки убытков от последствий чрезвычайных ситуаций, либо другие наиболее удовлетворяющие особенности рассматриваемых объектов.

В опубликованных [1–3] и других работах излагается уточнённая методология определения составляющих предотвращённого ущерба при наличии информационно-эргатических систем на производственных объектах, окружающей природной среды (воздушной, водной, литосферы) и подверженных случайным ситуациям.

Предотвращённый ущерб ΔU определяется разностью между возможным ущербом $U_в$ и непредотвращённым ущербом U_n (ущербы предлагаются авторами) при оборудовании объекта информационно-эргатической системой или другими средствами защиты, т.е.

$$\Delta U = U_в - U_n \text{ в грн.} \quad (9)$$

Возможный ущерб определяется по выражению

$$U_в = C_в - C_л + 3 \sum \text{ в грн,} \quad (10)$$

где $C_в$, $C_л$ – соответственно восстановительная и ликвидационная стоимость; $3 \sum$ – суммарные затраты, потери, ущербы и штрафы по объекту в результате наступления опасного события.

Предлагается возможный ущерб определять, например, от загрязнения атмосферы, на основании адаптированной методики удельных ущербов

$$U_в = \prod_{i=1}^N U_{ai} \text{ в грн,} \quad (11)$$

где U_{ai} – i -ая составляющая общего ущерба; N – количество составляющих ущерба.

Можно рекомендовать и адаптированную методику нормальных сборов [6], по которой

$$U_в = \prod_{j=1}^N 3_{aj} \text{ в грн,} \quad (12)$$

где 3_{aj} – j -ая составляющая общих затрат.

При использовании уточнённой методологии процесс расчёта составляющих предотвращённого ущерба сложен и трудоёмок. Для облегчения вычислений требуется использование ЭВМ. Выполнять эти расчёты следует при необходимости уточнённых оценок. В отсутствии такой необходимости, пренебрегая рядом составляющих, сумма которых даёт незначительную часть общего результата, предлагается вместо (9)-(12) упрощённая, универсальная формула предотвращённого ущерба.

$$\Delta U = (C_в - C_л) + 3_{ос} + 3'_{np} - U_n, \quad (13)$$

где $3_{ос}$ – потери оборотных средств, грн; $3'_{np}$ – показатель потерь из-за невыпуска продукции, определяемый выражением

$$3'_{np} = Q'_u \cdot \Delta t_{л}. \quad (14)$$

Здесь Q'_u – среднесуточный выпуск чистой продукции в грн/сут; Δt_d – время на ликвидацию опасного события и его последствий.

Выводы

1. Оценка ущерба человеческим ресурсам в случае аварий на объектах является важной, иногда значительной составляющей предотвращённого ущерба в случае применения информационно-эргатических систем контроля и защиты.

2. Определение численных значений ущербов сопряжено с трудностями, поскольку они ограничены ведомственной неопределённостью и не имеют нормативной регламентации. Поэтому следует руководствоваться только допустимостью методологии этих оценок.

Перспективой дальнейших исследований является разработка и совершенствование рабочих методик оценок экономических показателей, являющихся составляющими элементами критерия оптимизации структур информационно-эргатических систем на основе предлагаемой методологии.

Библиографический список

1. Севриков И.В. Экономическая составляющая критерия эффективности вариантов систем защиты объектов повышенной опасности / И.В.Севриков, Л.В.Квасова // Вестник СевГТУ. Сер. Механика, энергетика, экология: сб. науч. тр. — Севастополь, 2006. — Вып. 75. — С. 118–122.

2. Экономическая составляющая целевой функции оптимизации структур эргатических систем / И.В.Севриков, Ю.А.Хашин, Е.К.Паньков, А.И.Севриков // Вестник СевГТУ. Сер. Механика, энергетика, экология: сб. науч. тр. — Севастополь, 2009. — Вып. 97. — С. 150–153.

3. Хачатуров Т.С. Эффективность природоохранных мероприятий / Т.С.Хачатуров. — М.: Наука, 1990. — 222 с.

4. Методика визначення соціально-економічної ефективності заходів щодо поліпшення умов і охорони праці / Міністерство праці та соціальної політики. Комітет по нагляду за охороною праці України. Національний науково-дослідний інститут охорони праці. — К.: Основа, 1999. — 96 с.

5. Методика оценки убытков от последствий чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера. Утверждена приказом Кабинета Министров Украины №802 от 04.06.2003 г.

6. Методика расчёта размеров возможных убытков, причиняемых государству в результате сверхнормативных выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Затверджена наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України, № 157/69 від 20 травня 1995 (2008). — К.: МС и ООС, 1995. — 17 с.

Поступила в редакцию 15.03.2010 г.