

*Оберемок Н.Н., адъюнкт, НУГЗУ,
Прокопов А.В., д-р физ.-мат. наук, проф., НУГЗУ*

АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ В МЕТРОЛОГИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

(представлено д-ром техн. наук Прохачем Э.Е.)

Представлен алгоритм выбора оптимального варианта развития (совершенствования) метрологической деятельности в пожарно-спасательном подразделении. Оптимизация осуществляется по минимуму затрат, связанных с выполнением метрологических работ.

Ключевые слова: алгоритм, метрология, пожарная безопасность, оптимизация затрат

Постановка проблемы. Одной из основных задач МЧС является обеспечение пожарной безопасности во всех сферах деятельности человека. Создание эффективной государственной системы пожарной безопасности является многоплановой проблемой, успешное решение которой должно опираться на соблюдение норм пожарной безопасности при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов промышленного и общественно-бытового назначения, на наличие подразделений, оснащенных необходимой техникой для ликвидации пожаров, а также эффективными средствами защиты пожарных-спасателей.

В обеспечении практической деятельности пожарно-спасательных подразделений важную роль играют разнообразные количественные данные, получаемые путем измерений. В частности, без измерений трудно обойтись при испытаниях и контроле состояния пожарно-технического оборудования и средств защиты, при контроле условий в очаге пожара, при сертификации продукции, используемой в пожарном деле и т.д.

Анализ последних исследований и публикаций. В соответствии с п.39 раздела 4 Положения о МЧС Украины, утвержденного постановлением КМУ от 12.11.2006 №1539(см. [1]) министерство «...виконує роботи із стандартизації, сертифікації, акредитації та метрологічного забезпечення діяльності.....» в сфе-

ре своей ответственности. Общий перечень таких работ определяется Законом [2], где, например, отмечается, что поверку средств измерительной техники могут осуществлять как территориальные органы Госпотребстандарта Украины, так и поверочные лаборатории предприятий и организаций, уполномоченные на ее проведение.

В то же время, в имеющихся нормативных документах отсутствуют какие либо рекомендации по организации выполнения указанных работ. Не определено, в частности, как оценить целесообразность инвестиций в данную сферу деятельности, как выбрать наиболее предпочтительный вариант выполнения таких работ при наличии альтернативных возможностей.

В общем случае решение об инвестициях должно приниматься с учетом многих факторов как экономического (оптимизация затрат), так и неэкономического (расширение функциональных возможностей, повышение эффективности работы пожарно-спасательных подразделений и др.) характера.

В то же время в ряде случаев, например, таких как замена имеющегося метрологического оборудования на более совершенное (внедрение которого позволит увеличить срок службы, сократить эксплуатационные издержки и т.п.), может оказаться полезной предварительная оценка экономической эффективности (оправданности) инвестиций в выбираемый вариант работ, определение сроков окупаемости затрат.

Постановка задачи и ее решение. В связи с вышесказанным в настоящей работе описан алгоритм, разработанный с целью оценки экономической целесообразности инвестиций в метрологическую деятельность пожарно-спасательных подразделений, а также выбора оптимального варианта выполнения метрологических работ, связанных с данными инвестициями. Оптимизация в данном случае осуществляется по критерию минимума затрат, необходимых для выполнения работ. Учет прочих критериев, в том числе, касающихся функциональной готовности, соответствия техническим требованиям и др., может быть проведен в рамках задачи многокритериальной оптимизации, которая требует отдельного рассмотрения.

Очевидно, что наилучшим образом приведенный далее алгоритм будет соответствовать ситуации, для которой все неэкономические критерии выполняются, и для оптимального выбора учитываются экономические факторы.

Основной идеей разработанного алгоритма является сопоставление двух вариантов, для каждого из которых оцениваются полные затраты (балансы расходов), соответствующие определенному (одинаковому для рассматриваемых вариантов) отрезку времени[3]. В качестве более эффективного (рекомендуемого) варианта выбирается тот, для которого полные затраты за $N_{ЛЕТ}$ являются наименьшими. Если этот вариант предусматривает инвестиции, то это и означает экономическую целесообразность данных инвестиций[3].

Рассмотрим промежуток времени $N_{ЛЕТ}$, в течение которого осуществляется метрологическая деятельность. Сначала изменением стоимости денег со временем, в частности, за счет инфляционных факторов, будем пренебрегать, затем обобщим полученные результаты путем введения в рассмотрение дисконтирующих множителей (аналогично тому, как это было сделано в [3]).

Вариант 1. Никаких изменений в метрологической деятельности подразделения в течение всех $N_{ЛЕТ}$ не происходит. Баланс расходов для этого варианта за $N_{ЛЕТ}$ будет описываться формулой

$$OZ_1 = P_1 \cdot N_{ЛЕТ}, \quad (1)$$

где P_1 - ежегодные расходы. Предполагается, что в отсутствие изменений деятельности ежегодный баланс расходов также не меняется.

Вариант 2. Может иметь ряд альтернатив, из которых следует выбрать оптимальную по критерию минимума затрат. В рамках данного варианта рассматриваются два этапа:

- этап инвестирования средств для развития (совершенствования) метрологической деятельности, который осуществляется в течение первых $N_{ИНВ}$ лет; на данном этапе (этапе инвестирования) баланс расходов обозначим через $OZ^i_{ИНВ}$ (индекс i означает i -тую альтернативу, общее число которых $i=1,2,...,I$);

- этап эксплуатации (в течение последующих $N_{ЭКСП}$ лет) тех новых возможностей, которые появились на предыдущем этапе вследствие развития (совершенствования) метрологической деятельности (очевидно, что $N_{ЛЕТ} = N_{ИНВ} + N_{ЭКСП}$); на данном этапе баланс расходов обозначим $OD^i_{ЭКСП}$ (для i -той альтернативы).

На этапе инвестирования баланс расходов при неизменных (в течение $N_{ИНВ}$ лет) ежегодных расходах и доходах определяется формулой

$$OZ_{ИНВ}^i = P_{2И}^i \cdot N_{ИНВ}, \quad (2)$$

где $P_{2И}^i$ - ежегодные расходы на этапе инвестирования (для i -той альтернативы).

На этапе эксплуатации баланс расходов также при неизменных (в течение $N_{ЭКСП}$ лет) ежегодных расходах определяется формулой

$$ОД_{ЭКСП}^i = P_{2Э}^i \cdot N_{ЭКСП}, \quad (3)$$

где $P_{2Э}^i$ - ежегодные расходы на этапе эксплуатации (для i -той альтернативы).

Объединяя вместе оба этапа, получим полные затраты по второму варианту для i -той альтернативы

$$OZ_2^i = OZ_{ИНВ}^i + ОД_{ЭКСП}^i = P_{2И}^i \cdot N_{ИНВ} + P_{2Э}^i \cdot N_{ЭКСП}, \quad (4)$$

Инвестирование средств с целью развития (совершенствования) метрологической деятельности подразделения будет экономически целесообразным, если при сравнении 1-го и 2-го вариантов реализуется неравенство $OZ_2^i < OZ_1$. Оптимальной будет та альтернатива по варианту 2, для которой затраты OZ_2^i будут минимальны. Обозначая $OZ_2 = \min_{1 \leq i \leq I} OZ_2^i = P_{2И} \cdot N_{ИНВ} + P_{2Э} \cdot N_{ЭКСП}$, получим условие экономической целесообразности инвестиций для оптимального варианта реализации метрологических работ.

$$P_{2И} \cdot N_{ИНВ} + P_{2Э} \cdot N_{ЭКСП} < P_1 \cdot N_{ЛЕТ}. \quad (5)$$

Отметим, что величина превышения правой части неравенства (5) над левой определяет выигрыш, получаемый от инвестиции.

Важным моментом для принятия решения об инвестировании средств является определение срока окупаемости инвестиции. Обозначим срок окупаемости через $N_{ОКУП}$ (т.е. при определении

срока окупаемости принимаем $N_{ЭКСП} = N_{ОКУП}$), тогда $N_{ОКУП}$ определяется из уравнения

$$(P_{2И} - P_1) \cdot N_{ИНВ} = (P_1 - P_{2Э}) \cdot N_{ОКУП}, \quad (6)$$

полученного из (5) путем замены знака неравенства на знак равенства (а также - $N_{ЭКСП}$ на $N_{ОКУП}$). Откуда

$$N_{ОКУП} = \frac{(P_{2И} - P_1) \cdot N_{ИНВ}}{P_1 - P_{2Э}}, \quad (7)$$

Таким образом, мы получили условие (5) экономической целесообразности инвестиций для оптимального варианта развития (совершенствования) метрологической деятельности пожарно-спасательного подразделения и оценку (7) времени окупаемости инвестиций в условиях, когда стоимость денег не меняется (например, когда инфляция отсутствует).

Нетрудно показать, что с учётом ставки дисконтирования r (в соответствии со схемой расчетов, предложенной в [3]) условие экономической целесообразности инвестиций (5) и формула для времени окупаемости (7) могут быть представлены в виде (для $r = \text{const}$)

$$P_{2И} \left(\sum_{i=1}^{N_{ИНВ}} (1+r)^{i-1} \right) + P_{2Э} \left(\sum_{i=1}^{N_{ЭКСП}} (1+r)^{i-1} \right) < P_1 \left(\sum_{i=1}^{N_{ДЕТ}} (1+r)^{i-1} \right), \quad (8)$$

$$N_{ОКУП} = \frac{1}{\ln(1+r)} \ln \frac{P_{2И} [(1+r)^{N_{ИНВ}} - 1] + (P_1 - P_{2Э})}{P_1(1+r)^{N_{ИНВ}} - P_{2Э}}. \quad (9)$$

Выводы. Обоснована количественная модель оценки экономической целесообразности инвестиций для оптимального варианта развития (совершенствования) метрологической деятельности пожарно-спасательного подразделения. Даны соотношения, позволяющие рассчитать выигрыш от инвестиций и время их окупаемости. Разработанные алгоритмы могут быть положены в основу соответствующих методик планирования расходов на выполнение метрологических работ с учетом инфляционных процессов,

например, расходов, необходимых для выполнения планов (программ) совершенствования метрологической деятельности в пожарно-спасательных подразделениях МЧС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Законодавчі та нормативні акти, що стосуються діяльності МНС України [Електронний ресурс].-Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/content/law_acts.html.
2. Закон Украины «О внесении изменений в Закон Украины «О метрологической деятельности» от 15.06.2004, №1765-IV.
3. Количественные методы оценки экономической целесообразности инвестиций в метрологическую деятельность /А.В. Прокопов, Л.Н.Красоха, Ю.А. Егоров//Наукові праці науково-технічної конференції «Метрологія та вимірювальна техніка», т.1,Харків: ННЦ «Інститут метрології»,2008,-с.102-104.

Оберемок М.М., Прокопов О.В.

Алгоритм оцінки економічної доцільності інвестицій в метрологічну діяльність пожежно-рятувальних підрозділів

Представлений алгоритм вибору оптимального варіанту розвитку (вдосконалення) метрологічної діяльності пожежно-рятувальному підрозділі. Оптимізація здійснюється по мінімуму витрат, пов'язаних з виконанням метрологічних робіт.

Ключові слова: алгоритм, метрологія, пожежна безпека, оптимізація витрат

Oberemok M.M., Prokopov O.V.

The algorithm for evaluating the economic expediency of investment in metrological activity of fire-rescue units

An algorithm for selection of an optimum variant of development (perfection) of metrological activity in the fire-rescue subdivision. Optimization is to minimize the costs related to the implementation of metrological works.

Key words: algorithm, metrology, fire safety, optimization of expenses