

УДК 681.324.067

В.В. Анищенко, Е.А. Цынкевич

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРАВОМОЧНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ ДОКУМЕНТОВ

Рассматривается формальный подход к оценке эффективности средств обеспечения правомочности электронных документов. Демонстрируется возможность построения формальных моделей оценки эффективности, основанных на использовании моделей оценки риска в информационных технологиях и метрических характеристик модели правомочности электронных документов.

Введение

Любая деятельность изначально предполагает выявление полезности ее проведения и в то же время связана с затратами людских и материальных ресурсов, которые иногда могут достигать весьма ощутимых размеров. В соответствии с [1] именно соотношение между достигнутым результатом и использованными ресурсами определяет термин «эффективность».

Проблема, связанная с оценкой эффективности систем электронного документооборота, возникла практически с момента их появления [2]. Впервые методические разработки по решению данной проблемы в части определения эффективности применения ЭВМ, новой техники и капитальных вложений в управлении производством были опубликованы в 1965–1969 гг. [3, 4]. Позднее появляются материалы по оценке эффективности АСУ, представленные в методиках [5–7]. В 1975 г. постановлением Государственного комитета СССР по науке и технике и президиума Академии наук СССР утверждается «Методика определения эффективности автоматизированных систем управления предприятиями и производственными объединениями». Более поздние отечественные публикации государственных [8, 9], отраслевых и ведомственных стандартов и методик практически полностью основаны на данной методике с незначительными изменениями.

Актуальность проведения оценки эффективности следует из положений целого ряда действующих в настоящее время межгосударственных и международных стандартов. Использование межгосударственных стандартов [10–12] предусматривает проведение указанной оценки при разработке технико-экономического обоснования на стадиях разработки «Техническое задание» и «Эскизный проект»; стандартов [13, 14] – на стадиях создания «Разработка концепции АС», «Техническое задание» и «Эскизный проект», а международного стандарта [15] – в процессах жизненного цикла управления проектами, входящими в состав группы организационных процессов, для обоснования предлагаемых решений по приобретению и поставке готовой продукции. Следует также отметить, что в последнем случае актуальность проведения оценки эффективности возрастает по мере увеличения предложений на рынке типовых проектных решений.

Поскольку в данных стандартах при определении одних и тех же объектов стандартизации используется различная терминология («стадии разработки» [10–12], «стадии создания» [13, 14], «процессы жизненного цикла» [15]), в настоящей статье предлагается использовать терминологию, принятую в международном стандарте [15].

Целью статьи является изложение существующих подходов к решению задачи оценки эффективности и результатов проведенных исследований по формализации данной оценки для средств обеспечения правомочности электронных документов.

Вопросы, связанные с непосредственным обеспечением правомочности электронных документов в системах электронного документооборота, включая определение соответствующих терминов, подробно рассмотрены в [16, 17] и здесь представлены в объеме, необходимом лишь для достижения поставленной выше цели.

1. Задачи оценки эффективности в автоматизированных системах

В начальный период обоснование эффективности систем данного класса происходило по аналогии с обоснованием эффективности от внедрения новой техники в производство [4]. При этом экономический эффект рассчитывался путем сравнения исходных показателей по себестоимости и затрат на увеличение производственных основных и оборотных фондов с показателями, полученными после внедрения новой техники.

Однако практика показала, что для оценки эффективности автоматизированных систем управления требуется своя методология, учитывающая их специфические особенности. Оказалось недостаточным рассматривать создание систем данного класса только как внедрение новой техники в производство, которое подразумевает автоматизацию отдельных технологических операций и отдельных производственных процедур, в то время как функционирование автоматизированной системы в целом влияет на качество функционирования предприятий или систем, в состав которых они входят.

К специфическим особенностям средств обеспечения правомочности электронных документов в автоматизированных системах электронного документооборота относятся:

- сложность определения количественных параметров при их использовании в составе автоматизированных систем, где возможна только качественная оценка;
- большое значение выбора первоочередности реализации решаемых задач с учетом последующего развития автоматизированных систем;
- комплексность и взаимосвязь всех подсистем, входящих в состав автоматизированных систем.

Перечисленные особенности обуславливают необходимость представления рассматриваемых систем в виде некоторой формальной модели, что позволяет кроме получения количественной оценки параметров источников эффективности составить представление и об общем поведении моделируемой системы. В рассматриваемом случае предлагается использовать представленную в [16, 17] математическую модель правомочности электронных документов, а источниками эффективности в соответствии с [8] являются сокращение потерь и реализация резервов улучшения деятельности объекта в результате создания, функционирования и развития автоматизированной системы управления.

Многообразие сфер применения автоматизированных систем требует уточнения и корректировки методики эффективности по каждому конкретному проекту с учетом прогнозируемых прямых и косвенных источников эффективности их внедрения. Так, для оценки эффективности от внедрения автоматизированных систем электронного документооборота в качестве прямых источников рассматриваются:

- снижение затрат на организацию обмена информацией, увеличение скорости передачи информации;
- повышение управляемости информационными ресурсами;
- снижение трудоемкости и себестоимости подготовки, обработки и использования документов.

К косвенным источникам эффективности относятся:

- экономия средств, предназначенных для компенсации ущерба от проявления устраняемых угроз;
- повышение достоверности представляемых данных;
- обеспечение конфиденциальности данных ограниченного применения.

От определения источников эффективности во многом зависит достоверность будущих расчетов. Поэтому выбор источников эффективности требует тщательной проработки.

2. Обобщенная модель оценки эффективности

Средства обеспечения правомочности электронных документов относятся к специальным средствам защиты, применяемым в автоматизированных системах электронного документооборота и разрабатываемым в рамках проведения комплекса мероприятий, которые направлены на минимизацию рисков, возникающих при использовании данных систем [16–18]. Рассматриваемые средства изначально являются затратными, поэтому при выражении результатов их внедрения вначале необходимо определить косвенные источники эффективности.

На самом верхнем уровне абстракции эффективность определяется через величины, обозначающие численное значение полученного результата и численное значение затраченных ресурсов. Приведенное определение полностью соответствует выражению

$$E = R - S. \quad (1)$$

Рассмотрим более подробно составляющие, входящие в правую часть выражения (1). Как отмечалось ранее, значение R должно отражать положительный результат, получаемый от обеспечения правомочности электронных документов. С учетом этого предлагается определить R через величину сэкономленных средств, предназначенных для компенсации ущерба от проявления суммарных угроз, устраняемых с помощью обеспечения правомочности электронных документов $R(P_w^s(P_d^s))$. Используя для проведения данной оценки общую модель оценки рисков, приведенную в [21], получаем следующее выражение для расчета значения R :

$$R = R(P_w^s(P_d^s)) = D_{\max} \cdot (0,5 \cdot [P_w^a(P_d^s)] + [P_w^i(P_d^i)] - 0,5 \cdot [P_w^a(P_d^s)] \cdot [P_w^i(P_d^i)]), \quad (2)$$

где D_{\max} – величина максимального ущерба от проявления угрозы;

$[P_w^a(P_d^s)]$ – вероятность проявления угрозы, которая связана с наличием незадекларированных возможностей и с некоторыми неумышленными действиями субъектов, имеющих доступ к компоненту в процессе эксплуатации;

$[P_w^i(P_d^i)]$ – вероятность проявления угрозы, которая связана с наличием незадекларированных возможностей из-за умышленных действий субъектов, участвовавших в процессе разработки компонента, а также с умышленными действиями субъектов, имеющих к нему доступ в процессе эксплуатации.

Дальнейшая конкретизация оценки R должна осуществляться с учетом рекомендаций [19] и специфических особенностей конкретной автоматизированной системы электронного документооборота.

Определим средства формирования и обработки электронных документов как основные, а средства обеспечения правомочности электронных документов как вспомогательные. В соответствии с [9] при определении затрат S будем производить суммирование затрат, связанных с производством, в рассматриваемом случае – с разработкой и сопровождением в процессе эксплуатации средств обеспечения правомочности электронных документов:

$$S = S_d^h + S_w^h. \quad (3)$$

Величина затрачиваемых ресурсов непосредственно зависит от определения понятия правомочности электронных документов в конкретной системе. Поэтому в соответствии с [18] необходимо:

– определить набор требований, которые в обязательном порядке должны соблюдаться в процессе функционирования системы;

– конкретизировать понятия, используемые при определении набора вышеупомянутых требований, через формальное определение компонентов, входящих в состав системы, и правил их взаимодействия в процессе функционирования системы;

– доказать, что система, удовлетворяющая установленному набору требований и функционирующая по установленным правилам взаимодействия входящих в ее состав компонентов, обеспечивает правомочность электронных документов в соответствии с принятым для данной системы определением правомочности.

Отметим, что средства обеспечения правомочности электронных документов являются встраиваемыми в средства, обеспечивающие непосредственное формирование и обработку электронных документов в системах электронного документооборота, а их разработка и сопровождение в процессе эксплуатации выполняются специалистами одних и тех же организаций с

использованием одной и той же программно-аппаратной платформы. Из этого, в частности, следует, что разработка основных средств опережает разработку вспомогательных. Поэтому все затраты, связанные с реализацией определенных в следующем разделе процессов на этапе разработки средства обеспечения правомочности электронных документов, а также их сопровождением в процессе эксплуатации, будем определять с учетом некоторого коэффициента пропорциональности k_p :

$$S_w^h = k_p S_w^m. \quad (4)$$

Подставляя в (1) поочередно (2)–(4), получаем обобщенную модель оценки эффективности в виде выражения

$$E = D_{\max} \cdot (0,5 \cdot [P_w^a(P_d^s)] + [P_w^i(P_i^i)] - 0,5 \cdot [P_w^a(P_d^s)] \cdot [P_w^i(P_i^i)]) - (S_d^h + k_p S_w^m). \quad (5)$$

Отметив, что основные ресурсы, расходуемые на создание любых автоматизированных систем, связаны с разработкой программного обеспечения, займемся определением значения S_d^h .

3. Определение затрат на разработку

Исследования по прогнозированию затрат, расходуемых на разработку программного обеспечения, начались во второй половине прошлого века [20–22], однако наиболее системно они стали проводиться после опубликования в 1977 г. книги М.Х. Холстеда [23], в которой был предложен метрический подход к определению и нахождению соотношений между программными параметрами. Это позволило вывести уравнения работы и времени программирования, обеспечивающие получение достаточно точных оценок трудозатрат.

В настоящей работе утверждается, что свойства любой реализации алгоритма (или программы для ЭВМ), которые могут быть вычислены или измерены, включают следующие метрические характеристики, примененные в данной реализации:

η_1 – число отдельных операторов;

η_2 – число отдельных операндов;

N_1 – общее число всех операторов;

N_2 – общее число всех операндов.

На основании перечисленных метрических характеристик определяются словарь η :

$$\eta = \eta_1 + \eta_2 \quad (6)$$

и длина программы N :

$$N = N_1 + N_2. \quad (7)$$

Далее в [23] определяется метрическая характеристика размера любой реализации какого-либо алгоритма, называемая объемом V , которая в соответствии с положениями теории информации [24] не зависит от числа символов, практически используемых при представлении операторов или имен операндов. Объем программы выражается в битах и определяется как

$$V = N \log_2 \eta. \quad (8)$$

Пометив звездочками соответствующие параметры при представлении алгоритма в наиболее сжатой форме и предположив существование языка, в котором возможное число операторов η_1^* для любого алгоритма включает один оператор для имени функции или процедуры и

один в качестве символа присваивания или группировки, т. е. $\eta_1^* = 2$, из (8) получим, что минимальный (или потенциальный) объем определяется как

$$V^* = (2 + \eta_2^*) \log_2(2 + \eta_2^*). \quad (9)$$

Отсюда следует, что потенциальный объем любого алгоритма не зависит от языка, на котором он может быть выражен, а его отношение к объему реализации V , определяющее понятие уровня программы L , всегда меньше или равно единице:

$$L = \frac{V^*}{V} \leq 1. \quad (10)$$

Далее на основании того, что при изменении самого алгоритма с увеличением потенциального объема V^* уровень программы L уменьшается в том же отношении и, следовательно, произведение LV^* остается неизменным для любого языка, в [23] определяется уровень языка λ , записываемый в виде

$$\lambda = LV^*. \quad (11)$$

Понятие работы в программировании ограничивается умственной деятельностью, затрачиваемой на превращение заранее разработанного алгоритма в фактическую реализацию на языке, которым исполнитель свободно владеет, и определяется общим числом элементарных мысленных различий. Так как объем V равен числу мысленных сравнений, а величина, обратная уровню программы, т. е. $1/L$, есть среднее число элементарных мысленных различий, входящих в каждое мысленное сравнение, общее число элементарных мысленных различий W с учетом (8)–(11) задается следующим уравнением работы:

$$W = \frac{V}{L} = \frac{V^2}{V^*} = \frac{V^*}{L^2} = \frac{V^{*3}}{\lambda^2} = \frac{((2 + \eta_2^*) \log_2(2 + \eta_2^*))^3}{\lambda^2}. \quad (12)$$

Важно отметить, что общее число элементарных мысленных различий W , требуемых для разработки программы, определяется в [23] как мера сложности задачи.

Рассчитанное в соответствии с (12) значение отражает общее число элементарных мысленных различий, которые требуются для реализации алгоритма, оформленного в виде одного модуля. Это число при возрастании η_2^* может превысить все разумные пределы. На практике рекомендуется разбивать программы на модули [25], при этом в соответствии с [23] предлагается использовать подход, обеспечивающий минимизацию потенциального объема модулей. Тогда потенциальный объем одного модуля выражается в виде

$$V_m^* = (2 + \frac{\eta_2^*}{M}) \log_2(2 + \frac{\eta_2^*}{M}) + \log_2 M, \quad (13)$$

где M обозначает число модулей в программе, а совокупный потенциальный объем программы задается уравнением

$$V_M^* = M((2 + \frac{\eta_2^*}{M}) \log_2(2 + \frac{\eta_2^*}{M}) + \log_2 M). \quad (14)$$

Таким образом, любому данному значению η_2^* будет соответствовать такое число модулей M , при котором уравнение (14) даст минимум для совокупного потенциального объема программы.

С учетом разбиения программы на модули общее число элементарных мысленных различий представляется в виде

$$W = M \frac{\left(2 + \frac{\eta_2^*}{M}\right) \log_2 \left(2 + \frac{\eta_2^*}{M}\right)^3}{\lambda^2}. \quad (15)$$

Далее отметим, что затраты, расходуемые на программирование средств обеспечения правомочности электронных документов, являются лишь частью затрат, определяющих значение S_d^h в обобщенной модели оценки эффективности. Это следует из положений СТБ ИСО/МЭК 12207, в котором процесс программирования включен в процесс разработки, рассматриваемый в качестве одного из процессов жизненного цикла программных средств (далее – процессы), представленных на верхнем уровне детализации тремя группами:

- *основные процессы*: приобретение, поставка, разработка, эксплуатация, сопровождение;
- *вспомогательные процессы*: документирование, управление конфигурацией, обеспечение качества, верификация, аттестация, оценка, аудит, решение проблем;
- *организационные процессы*: управление проектами, создание инфраструктуры проекта, обучение.

С учетом особенностей решаемой задачи множество процессов, определяющих значение S_d^h для некоторой организации, предлагается разбить на два класса: в первый класс включить процессы, основные работы по реализации которых выполняются в рамках договорных отношений сторонними организациями, а во второй – процессы, основные работы по реализации которых выполняются самой организацией. Данное разбиение основано на принципиально разных подходах к определению затрат на реализацию процессов, входящих в разные классы. Так, затраты на реализацию процессов, входящих в первый класс (приобретение и поставка), определяются заключаемыми по результатам предварительно проведенного маркетинга договорами. В то же время прогнозируемые затраты на реализацию процессов, входящих во второй класс (управление проектами, создание инфраструктуры проекта, разработка, документирование, управление конфигурацией, обеспечение качества, верификация, аттестация, оценка), предлагается рассчитывать в соответствии с приведенными ниже рекомендациями.

Таким образом, значение S_d^h определяется как сумма затрат, связанных с приобретением S_d^{ha} и разработкой S_d^{hd} компонентов, входящих в состав вспомогательных средств обеспечения правомочности электронных документов. Определив значение S_d^{hd} по аналогии с (4), через значение S_d^{md} можно представить S_d^h в виде следующего выражения:

$$S_d^h = S_d^{ha} + S_d^{hd} = S_d^{ha} + k_p S_d^{md}. \quad (16)$$

В предисловии к работе [23] отмечено, что применение классических методов естественных наук показывает возможность использования изложенных в предыдущем разделе результатов не только в области подготовки программ для ЭВМ, но и для любых других документов, представляемых в письменной форме. В то же время все действия по реализации любого из перечисленных выше процессов подлежат документированию. Из этого следует, что затраты, расходуемые в одной и той же организации на реализацию одних и тех же процессов жизненного цикла (за исключением процессов, отнесенных к первому классу) для двух различных программных средств, находятся в одной и той же пропорциональной зависимости, отражающей соотношение между мерами сложности решаемых задач. Указанная зависимость определяется через соответст-

вующий для данных программных средств коэффициент пропорциональности k_p , значение которого одинаково для всех процессов, отнесенных ко второму классу, и их совокупностей.

Коэффициент пропорциональности k_p отражает соотношение между мерами сложности задач, решаемых при реализации определенного процесса. В то же время ранее было отмечено, что мерой сложности задачи является общее число элементарных мысленных различий W , требуемых для ее программной реализации. Таким образом, коэффициент пропорциональности k_p предлагается определить как

$$k_p = \frac{W_d^h}{W_d^m} = \frac{M^h}{M^m} \left(\frac{(2 + \eta_{d2}^{h*}) \log_2(2 + \eta_{d2}^{h*})}{(2 + \eta_{d2}^{m*}) \log_2(2 + \eta_{d2}^{m*})} \right)^3. \quad (17)$$

Отсутствие в данном выражении членов λ^{h^2} и λ^{m^2} следует из их равенства, так как разработка основных и вспомогательных средств выполняется специалистами одних и тех же организаций с использованием одной и той же среды программирования, что и приводит к их сокращению.

4. Использование обобщенной модели оценки эффективности

При дальнейшем изложении возможность практического использования обобщенной модели оценки эффективности продемонстрируем на примере автоматизированной системы электронного документооборота (АСЭД), разрабатываемой и эксплуатируемой в некоторой организации.

До рассмотрения вопроса о целесообразности применения в АСЭД средств обеспечения правомочности электронных документов все документы системы оформлялись в виде электронных сообщений. В связи с этим в АСЭД периодически возникали проблемы, связанные с удостоверением передаваемой информации, подтверждением ее подлинности и целостности. Эксплуатируемые программные средства не обеспечивали в полной мере проверку установленных в АСЭД требований, которые регламентировали действия, выполняемые пользователями и обслуживающим персоналом в процессе создания и обработки циркулирующих в АСЭД документов. По этой причине в АСЭД имелись незадекларированные возможности, позволяющие пользователям и обслуживающему персоналу превышать предоставленные им полномочия, формировать документы с нарушениями состава и форматов реквизитов, не соблюдать установленные между обрабатываемыми объектами функциональные отношения, нарушать последовательность выполняемых действий.

В соответствии с принятой в организации экономической политикой положительное решение о целесообразности применения в АСЭД средств обеспечения правомочности электронных документов может быть принято при условии их окупаемости в течение пяти лет. В то же время на момент принятия данного решения было установлено, что в наблюдаемом периоде:

- 1) общие затраты на разработку основных средств S_d^{md} составили $16 \cdot 10^7$ руб.;
- 2) ежегодные затраты на эксплуатацию и сопровождение основных средств S_w^m составили $4,7 \cdot 10^7$ руб.;
- 3) объем документооборота за предыдущий год T_p составил $2,4 \cdot 10^{10}$ документов;
- 4) среднегодовой коэффициент увеличения документооборота k_i составил 1,2;
- 5) вероятность проявления угроз $P_w^a(P_d^s)$ составила $0,5 \cdot 10^{-6}$ на документ;
- 6) вероятность проявления угроз $P_w^i(P_d^i)$ составила $1,25 \cdot 10^{-8}$ на документ;
- 7) максимальная величина средств, потерянных или затраченных на компенсацию ущерба от проявления одной угрозы, составила $D_e = 4 \cdot 10^7$ руб. на документ.

Для определения количества операндов η_{d2}^{h*} в АСЭД предлагается использовать множество терминальных и/или агрегированных элементов математической модели средств обеспечения правомочности электронных документов, описанных в [16–18]. Полученное таким образом множество операндов представим в виде таблицы.

Определенное в АСЭД множество операндов η_{d2}^{h*}

Тип	Обозначение	Смысловое содержание	Количество
1	2	3	4
<i>S</i>	$\{S_1, S_2, \dots, S_n\}$	<i>Субъекты</i> : процессы, выполняемые программы, пользователи	$n = 48 + 7 = 55$
<i>O</i>	$\{O_1, O_2, \dots, O_m\}$	<i>Объекты</i> : данные, файлы, ЭД, реквизиты ЭД, программы, атрибуты объектов и субъектов	$m = 14 + 78 = 92$
<i>PO</i>	$\{PO_1, PO_2, \dots, PO_o\}$, $PO_i = \{(PO_i^j)\}$, где (PO_i^j) – <i>j</i> -е правило формирования $O_i \in O$: $\langle O_i \rangle ::= \langle O_{i1}^j \rangle \langle O_{i2}^j \rangle$, где $O_{i1}^j \in O$ и $O_{i2}^j \in O$	<i>Формальные описания объектов</i> : множество бинарных правил формирования нетерминальных объектов через входящие в них объекты	$\sum_{i=1}^o j_i^{PO} = 78$, где j_i^{PO} – максимальный индекс $j \{(PO_i^j)\}$ для данного <i>i</i>
<i>PR</i>	$\{PR_1, PR_2, \dots, PR_p\}$, $PR_i = \{(PR_i^j)\}$, где (PR_i^j) – <i>j</i> -е правило формирования $PR_i \in PR$: $\langle PR_i \rangle ::= \langle PR_{i1}^j \rangle \langle PR_{i2}^j \rangle$, где $PR_{i1}^j \in PR$ и $PR_{i2}^j \in PR$	<i>Формальные описания процессов</i> : множество бинарных правил, описывающих допустимые последовательности выполняемых процессов	$\sum_{i=1}^p j_i^{PR} = 48$, где j_i^{PR} – максимальный индекс $j \{(PR_i^j)\}$ для данного <i>i</i>
<i>FO</i>	$\{FO_1, FO_2, \dots, FO_f\}$, где FO_i – <i>i</i> -е отношение $f_i^1(\{O_i^1\}) * f_i^2(\{O_i^2\})$, $a * \in \{ (=) \vee (\neq) \vee (\geq) \vee (>) \}$	<i>Функциональные отношения</i> : формальные описания установленных в системе функциональных отношений между объектами	$3f = 75$
<i>C</i>	$\{C_1, C_2, \dots, C_c\}$, $\{C_1 > C_2 > \dots > C_c\}$	<i>Классификации</i> : иерархический уровень в классификации субъектов и объектов	$c = 3$
<i>K</i>	$\{K_1, K_2, \dots, K_k\}$	<i>Категории</i> : специальные привилегии, которые не связаны с их иерархической классификацией	$k = 5$
<i>A</i>	$\{r, w, a, e, c\}$	<i>Атрибуты доступа</i> : чтение, запись, присоединение, выполнение, контроль	5
<i>RA</i>	$\{q, r, c, d\}$	<i>Элементы запросов</i> : <i>q</i> : прочитать, дать; <i>r</i> : освободить, отменить; <i>c</i> : изменить, создать; <i>d</i> : удалить	4
<i>D</i>	$\{ да, нет, ошибка, ? \}$ – произвольный элемент из <i>D</i> , записываемый D_d	<i>Решения</i>	4

Окончание табл.

1	2	3	4
F	$C^S \times C^O \times (PK)^S \times (PK)^O$ – произвольный элемент из F , записываемый $f = (f_1, f_2, f_3, f_4)$	Классификационные векторы: f_1 : функция классификации субъекта; f_2 : функция классификации объекта; f_3 : функция категории субъекта; f_4 : функция категории объекта	$(1+k)(n+m) = 882$
M	$\{M_1, M_2, M_3\}$ – матрицы размерности $n \times m$ с элементами из PA ; (i, j) -й элемент матрицы – S_i -й атрибут доступа к O_j	Матрицы доступа: M_1 : матрица начального состояния; M_2 : матрица текущего состояния; M_3 : матрица прогнозируемого состояния	$5 \times 3 = 15$

Из приведенной выше таблицы определяем, что значение $\eta_{d2}^{h*} = 1140$ соответствует программе из 106 модулей с потенциальным объемом $V_m^{h*} = \frac{1140}{106} \log_2 \frac{1140}{106} + \log_2 106 = 50,65$.

Определенное в АСЭД значение $\eta_{d2}^{m*} = 1763$ соответствует программе из 158 модулей с потенциальным объемом $V_m^{m*} = 56,22$.

$$\text{На основании (17) вычисляем значение } k_p = \frac{M^h}{M^m} \left(\frac{V_m^{h*}}{V_m^{m*}} \right)^3 = \frac{106}{158} \left(\frac{50,65}{56,22} \right)^3 = 0,49.$$

Таким образом, прогнозируемые затраты на разработку компонентов, входящих в состав средств обеспечения правомочности электронных документов, по аналогии с (4) и с учетом 1) составляют $S_d^{hd} = k_p S_d^{md} = 0,49 \cdot 16 \cdot 10^7 = 7,84 \cdot 10^7$ (руб.).

В связи с тем что прогнозируемые затраты на приобретение S_d^{ha} компонентов, входящих в состав средств обеспечения правомочности электронных документов, составляют $2 \cdot 10^7$ руб., из (16) получаем следующее значение: $S_d^h = 2 \cdot 10^7 + 7,84 \cdot 10^7 = 9,84 \cdot 10^7$ (руб.).

На основании (4) и 2) затраты на эксплуатацию в течение пяти лет средств обеспечения правомочности электронных документов составят $S_w^h = 0,49 \cdot 4,7 \cdot 10^7 \cdot 5 = 1,1515 \cdot 10^8$ (руб.).

В соответствии с (3) суммарный объем прогнозируемых затрат в расчетном периоде составит $S = 9,84 \cdot 10^7 + 1,1515 \cdot 10^8 = 2,1355 \cdot 10^8$ (руб.).

Величина максимального ущерба от проявления угроз $P_w^a(P_d^s)$ и $P_w^i(P_d^i)$ за установленный в АСЭД пятилетний период, начинающийся со следующего года, в котором документооборот с учетом 3) и 4) составит $T_n = 3,456 \cdot 10^{10}$ документов, определяется как

$$D_{\max} = \frac{T_n((k_i)^5 - 1)}{k_i - 1} \cdot D_e = \frac{3,456 \cdot 10^{10}(1,2^5 - 1)}{1,2 - 1} \cdot 4 \cdot 10^7 = 2,21184 \cdot 10^{15} \text{ (руб.)}.$$

Прогнозируемая величина ущерба в соответствии с (2) составляет

$$R = 2,21184 \cdot 10^{15} \cdot (0,5 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} + 1,25 \cdot 10^{-8} - 0,5 \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 10^{-14}) \approx 5,81 \cdot 10^8 \text{ (руб.)},$$

а эффективность в соответствии с (1) составляет

$$E = R - S = 5,81 \cdot 10^8 - 2,1355 \cdot 10^7 = 3,6745 \cdot 10^8 \text{ (руб.)},$$

что подтверждает целесообразность применения в АСЭД средств обеспечения правомочности электронных документов.

Заключение

Предложенный подход к оценке эффективности средств обеспечения правомочности электронных документов основан на использовании формальных методов, позволяющих получать научно обоснованные, объективные оценки, максимально отражающие специфические особенности как самих оцениваемых средств, так и способов их реализации. При этом все привлекаемые для определения значений исходных показателей методы и средства также являются формализованными, а использованные в процессе выводов предположения и допущения являются либо очевидными, либо теоретически обоснованными.

Множество метрических характеристик предоставляет большую гибкость при определении показателей, принимаемых в качестве достоверно известных. Возможность варьирования исходными данными является весьма полезной на начальных стадиях разработки программных средств. Например, множество метрических характеристик V_m^{h*} , V_m^{m*} , η_{d2}^{h*} и η_{d2}^{m*} , использованных в качестве исходных данных при демонстрации практического применения обобщенной модели оценки эффективности, в конкретных условиях может быть существенно пересмотрено. Все это позволяет использовать предложенные методы для разработки наиболее оптимальных моделей оценки эффективности.

Список литературы

1. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь : СТБ ИСО/МЭК 9000-2006. – Минск : Госстандарт : БелГИСС, 2006. – 32 с.
2. Булавин, П.В. Правильная оценка дорогого стоит или об оценке эффективности инвестиций в информационные технологии / П.В. Булавин, Н.И. Островская // Энттер-профи: Пермский региональный журнал об информационных технологиях. – 1998. – № 5. – С. 45–49 с.
3. Методика определения эффективности применения ЭВМ в управлении производством. – Минск : ЦНИИТУ, 1967. – 14 с.
4. Методы и практика определения эффективности капитальных вложений и новой техники. – Вып. 16. – М. : Наука, 1969. – 48 с.
5. Методика определения эффективности АСУ производством. – М. : ЦНИИКА, 1970. – 9 с.
6. Методика определения эффективности автоматизированных систем управления производством. – М. : НИИТЭХИМ, 1971. – 11 с.
7. Методики определения фактической эффективности АСУП. – Пермь : ЦСМ, 1973. – 24 с.
8. Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Эффективность автоматизированных систем управления : ГОСТ 24.702–85. – М. : Госстандарт, 1985. – 8 с.
9. Методические рекомендации по комплексной оценке эффективности мероприятий, направленных на ускорение научно-технического прогресса. Постановление ГКНТ СССР и президиума АН СССР № 60/52 от 3 марта 1988 г. – М., 1988. – 12 с.
10. Стадии разработки : ГОСТ 19.102–77 ЕСПД. – М. : Госстандарт, 1977. – 8 с.
11. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению : ГОСТ 19.201–78 ЕСПД. – М. : Госстандарт, 1978. – 4 с.
12. Пояснительная записка. Требования к содержанию и оформлению : ГОСТ 19.404–79 ЕСПД. – М. : Госстандарт, 1979. – 4 с.
13. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания : ГОСТ 34.601–90. – М. : Госстандарт, 1990. – 12 с.
14. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы : ГОСТ 34.602–89. – М. : Госстандарт, 1989. – 20 с.
15. Процессы жизненного цикла программных средств : СТБ ИСО/МЭК 12207–2003. – Минск : Госстандарт, 2003. – 52 с.

16. Цынкевич, Е.А. Математическая модель правомочности электронных документов / Е.А. Цынкевич // Информатика. – 2008. – № 1 (17). – С. 69–83.
17. Цынкевич, Е.А. Критерии обеспечения правомочности систем электронного документооборота / Е.А. Цынкевич // Информатика. – 2008. – № 3 (19). – С. 99–111.
18. Bell, D.E. Secure Computer Systems: A Mathematical Model MTR-2547. Vol. II / D.E. Bell, L.J. La Padula. – Bedford, Massachusetts, 1996.
19. Анищенко, В.В. Формализация оценки рисков в информационных технологиях / В.В. Анищенко, А.В. Цынкевич // Информатика. – 2008. – № 4 (20). – С. 89–103.
20. Bulut, N. Invariant Properties of Algorithms. Ph. D. Thesis / N. Bulut. – USA : Purdue University, 1973. – 215 p.
21. Kulm, G. Language Level and Information Content Measures in Mathematical English. Mathematics, Department Report / G. Kulm. – USA : Purdue University, 1974.
22. Otterstein, K.J. A Program to Count Operators and Operands for ANSI – Fortran Modules. Technical Report 196, Computer Science Department / K.J. Otterstein. – USA : Purdue University, 1976. – 33 p.
23. Холстед, М.Х. Начала науки о программах / М.Х. Холстед ; пер. с англ. – М. : Финансы и статистика, 1981. – 128 с.
24. Шеннон, К. Работы по теории информации и кибернетике / К. Шеннон ; пер. с англ. – М., 1963. – 829 с.
25. Ingojo, J.B. Modularization in the Pilot Compiler and Its Effect on the Length. Computer Science Department Tehnical Report 169 / J.B. Ingojo. – USA : Purdue University, 1975. – 35 p.

Поступила 27.05.08

*Объединенный институт проблем
информатики НАН Беларуси,
Минск, Сурганова, 6
e-mail: y.tsynkevich@gmail.com*

U.V. Anishchanka, E.A. Tsynkevich

**FORMALIZING ESTIMATION
OF THE EFFICIENCY OF MAINTENANCE
OF ELECTRONIC DOCUMENTS COMPETENCY**

A formal approach to the estimation of the efficiency of means of maintenance of competency of electronic documents is considered. The possibility of construction of models based on the formal models of risk assessment in information technologies as well as quantitative characteristics of program implementation of processes of maintenance of competency of electronic documents is demonstrated.