

СТЕПЕНЬ ДОВЕРЕННОСТИ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА ЗАМЕЩЕНИЯ ИМПОРТА

Захаренков А.И.¹, Бутусов И.В.², Романов А.А.³

Обеспечение технологической независимости России по каждому из направлений сквозных цифровых технологий в значительной степени связано с преодолением критической зависимости от импортных поставок электронной компонентой базы, программных и аппаратных средств вычислительной техники, с поэтапным их замещением отечественными. Процесс замещения зарубежных изделий отечественными сопровождается увеличением степени доверенности операционных сред, используемых в критически важных информационных системах. Предлагается методика количественной оценки степени доверенности программно-аппаратных средств. Показатель степени доверенности исследуется как комплексный показатель, включающий в себя показатели уровня обеспечения информационной безопасности и технологической независимости программных и аппаратных изделий вычислительной техники. Показана возможность использования этого показателя как показателя качества замещения импорта. Определяются верхние и нижние границы заданных интервалов доверенности в зависимости от их важности, граничные значения степеней доверенности для этих интервалов, значимость составных и частных критериев доверенности. Вычисленные количественные оценки степеней доверенности программных и аппаратных изделий соотносятся с одним из интервалов доверенности, устанавливаются степени соответствия требованиям безопасности и технологической независимости. Количественная оценка степени доверенности применяется для контроля достигнутого технологического уровня разработки и производства средств защиты информации.

Ключевые слова: замещение импорта, степень доверенности, интервалы доверенности, безопасность информации, технологическая независимость, критерии доверенности, экспертные оценки.

DOI: 10.21681/2311-3456-2017-4-2-9

Введение

В программе «Цифровая экономика Российской Федерации» (утверждена распоряжением Председателя правительства РФ №1632-р от 28 июля 2017 года) в качестве одной из основных поставлена задача обеспечения технологической независимости по каждому из представленных в ней направлений сквозных цифровых технологий (процесс непрерывной, полностью автоматизированной обработки информации, достигаемый применением стандартов обмена информацией между автоматизированными системами и их полного взаимодействия), конкурентоспособных на глобальном рынке и рынке Евразийского экономического союза, а также обеспечения экономического суверенитета и национальной безопасности. Решение этой задачи в значительной степени связано с преодолением критической зависимости России от импортных поставок электронной

компонентой базы, программных и аппаратных средств вычислительной техники (далее – изделий), с поэтапным их замещением отечественными. Процесс замещения зарубежных изделий отечественными сопровождается увеличением *степени доверенности* операционных сред, используемых в критически важных информационных системах (КВИС).

Понятие *доверенность* – комплексный и достаточно сложный показатель, интегрирующий в себе показатели обеспечения *безопасности информации* (БИ) и *технологической независимости*. Требования БИ применимы как к отдельным проектируемым и разрабатываемым изделиям, включая и функции обеспечения БИ, так и к КВИС в целом. Гарантии технологической независимости обеспечиваются только отдельными изделиями [1].

К показателям обеспечения БИ можно отнести, например, страну происхождения изделия, объем

- 1 Захаренков Анатолий Иванович, доктор технических наук, лауреат Государственной премии Российской Федерации им. Маршала Советского Союза Г.К. Жукова, заместитель генерального директора АО «Концерн «Системпром» по НИОКР, Москва, Россия. info@systemprom.ru
- 2 Бутусов Игорь Викторович, начальник научно-исследовательского управления АО «Концерн «Системпром», Москва, Россия. butusigor@yandex.ru
- 3 Романов Александр Анатольевич, доктор технических наук, главный специалист АО «Концерн «Системпром», Москва, Россия. ralexhome@yandex.ru

предоставляемого для исследований исходного кода программного изделия, наличие сертификата соответствия (заключения) на изделие по требованиям БИ, наличие и полноту конструкторской документации и т.п. а к показателям технологической независимости – наличие аттестованного по требованиям качества и БИ производства, возможность тиражирования, поставки и технической поддержки разработанных изделий и т.п. [2,3]. В свою очередь, эти показатели могут распадаться на ряд частных показателей. В частности, процесс сертификации программных изделий на соответствие требованиям БИ зависит от таких частных показателей как размер исследуемого изделия. квалификация исполнителей (аналитиков, программистов), опыт работы по исследованию программных кодов, опыт работы с языком программирования и т.д. Сертифицированное по требованиям систем качества производство (проектирование, разработка), продукция которого отвечает современному нормативному и технологическому уровню развития, определяется частными показателями переносимости программных изделий и взаимодействием по уровням интереса переносимости [1].

Таким образом, показатель *степень доверенности* можно применить для оценки качества замещения импорта отечественными изделиями – обеспечиваемого ими уровня технологической независимости при одновременном выполнении требований БИ.

Количественные оценки значений показателей доверенности, их весовых коэффициентов важности формируются, как правило, в виде рейтингов методами непосредственного оценивания путем опроса специалистов-экспертов и представляют собой числа из некоторого отрезка числовой оси, или условные баллы. Для решения таких задач традиционные (классические) методы могут применяться ограниченно.

Постановка задачи [4]

Рассмотрим множество изделий $o_i \in O$, $i = \overline{1, N}$. Изделия o_i оцениваются по показателям (критериям) доверенности $KR = \{kr_k\}$, где KR – множество критериев, $k = \overline{1, K}$; kr_k^i – значение критерия kr_k для изделия o_i .

Часть критериев $kr_k \in TB$, $k \in tb$, где tb – подмножество индексов k критериев, применяется для оценки выполнения требований БИ, другая часть $kr_k \in TN$, $k \in tn$, где tn – подмножество индексов k критериев, – для оценки технологической независимости рассматриваемых изделий, $tb \cap tn = \emptyset$, $tb \cup tn = \{1, 2, \dots, K\}$.

Критерий kr_k может быть составным. В этом случае он оценивается по частным критериям $K\widehat{R}_k = \{k\widehat{r}_{kk}^i\}$, $k_k = \overline{1, K}$; $k\widehat{r}_{kk}^i$ – значение частного критерия $k\widehat{r}_{kk}^i$ для изделия o_i критерия kr_k .

Количественные оценки значений критериев доверенности формируются методом непосредственного оценивания путем опроса специалистов-экспертов $EK = \{ek_m\}$, $m = \overline{1, M}$, и представляют собой числа из некоторого отрезка числовой оси, или условные баллы.

Каждый составной критерий доверенности оценивается по шкале $ub^k = \{1, 2, \dots, UB^k\}$, $kr_k^i \in ub^k$, а каждый частный критерий по шкале условных баллов $ub^{kk} = \{1, 2, \dots, UB^{kk}\}$, $k\widehat{r}_{kk}^i \in ub^{kk}$.

Степень доверенности будем соотносить с одним из интервалов доверенности $u = \overline{1, U}$, $UD = \{ud_u\}$. Требуется определить верхние \overline{ud}_u и нижние \underline{ud}_u границы интервалов доверенности $ud_u = \{\underline{ud}_u, \overline{ud}_u\}$, размеры интервалов доверенности $sz_u = (\overline{ud}_u - \underline{ud}_u)$, $u = \overline{1, U}$, с учетом значимости (важности) критериев. Для нижних и верхних границ требуется вычислить граничные значения степеней доверенности $\{\overline{ud}_u^{sd}, \underline{ud}_u^{sd}\}$.

По результатам анализа оценок kr_k^i составных $KR = \{kr_k\}$ и $k\widehat{r}_{kk}^i$ частных $K\widehat{R}_k = \{k\widehat{r}_{kk}^i\}$ критериев доверенности изделия $o_i \in O$, необходимо определить количественную оценку степени его доверенности sd_i и соотнести ее с одним из интервалов доверенности $\{\overline{ud}_u^{sd}, \underline{ud}_u^{sd}\}$.

Для решения поставленной задачи применим метод анализа иерархий и метод экспертных оценок, которые базируются на представительной процедуре опроса специалистов-экспертов с последующей корректной обработкой его результатов для формирования матрицы показателей степеней доверенности изделия [5].

Формирование значений критериев доверенности

1. Количественные оценки значений составных kr_k^i и частных $k\widehat{r}_{kk}^i$ критериев доверенности формируются методом непосредственного оценивания путем опроса специалистов-экспертов и представляют собой числа из некоторого отрезка числовой оси, или условные баллы.

В предлагаемой работе применим условную балльную систему экспертной оценки критериев доверенности: каждый составной критерий доверенности оценивается по шкале $ub^k = \{1, 2, \dots, UB^k\}$, а каждый частный критерий по шкале $ub^{kk} = \{1, 2, \dots, UB^{kk}\}$.

Оценка значимости критериев доверенности

2. Для количественной оценки значимости критериев воспользуемся процедурой парных сравнений. В рамках данной процедуры определяется, насколько один критерий превосходит другой по значимости с точки зрения отнесения изделия к одному из интервалов доверенности. Будем использовать шкалу важности, представленную в таблице 1 [5]. Процедура парных сравнений применима тогда, когда число сравниваемых критериев достаточно велико и эксперту затруднительно непосредственно установить количественно степень влияния того или иного критерия на степень доверенности.

Степень превосходства одного критерия над другим может быть охарактеризована как промежуточное значение основной шкалы превосходства (т.е. среднее между «одинаковы» и «незначительно превосходит», «незначительно превосходит» и «сильно превосходит» и т.п.). В этом случае присваиваются значения шкалы, равные 2, 4, 6, 8.

Процедура парных сравнений при оценке значимости критериев, характеризующих степень доверенности изделия, осуществляется в следующем порядке.

При групповой экспертной оценке в соответствии со шкалой превосходства критериев доверенности (табл. 1) каждому k -ому критерию каждый m -ый эксперт присваивает оценку r_k^m . В результате проведения экспертного оценивания формируется матрица оценок $\|r_k^m\|$ размерности $K \times M$, где K - число критериев, а M - число экспертов.

Для определения количественной оценки степени влияния каждого из критериев на результат оценки степени доверенности перейдем от матрицы оценок к матрице парных сравнений. Для этого на основе матрицы $\|r_k^m\|$ строится M матриц парных сравнений R_m , $m = 1, M$,

где M - число экспертов. Элементы этих матриц определяются следующим образом:

$$R_m = \|r_{il}^m\| = \begin{cases} 1, & \text{если } r_{im} > r_{lm} \text{ (критерий } kr_i \text{ более значим чем критерий } kr_l \text{)}, \\ 0,5, & \text{если } r_{im} \approx r_{lm} \text{ (критерии } kr_i \text{ и } kr_l \text{ равноценны)}, \\ 0, & \text{если } r_{im} < r_{lm} \text{ (критерий } kr_l \text{ менее значим чем критерий } kr_i \text{)}, \end{cases}$$

где m - номер эксперта, i и l - номера сравниваемых критериев.

К полученным матрицам парных сравнений всех экспертов применим метод обработки парных сравнений [6,7]. Его итерационная процедура позволяет получить коэффициенты относительной важности критериев доверенности по степени их влияния на количественную оценку степени доверенности изделий.

Последовательность обработки парных сравнений заключается в том, что на основании таблиц парных сравнений M -экспертов строится обобщенная матрица оценок всех пар критериев. Затем по этой матрице вычисляется вектор коэффициентов относительной важности критериев доверенности.

Если при оценке пары kr_{im} из общего количества экспертов M_i высказались в пользу предпочтения kr_i , M_j экспертов в пользу kr_j , а M_p считает эти критерии равноценными, то обобщенная оценка величины r_{ij} будет равна [6]:

$$x_{ij} = M[r_{ij}^m] = 1 \times \frac{M_i}{M} + 0,5 \times \frac{M_p}{M} + 0 \times \frac{M_j}{M}, \quad m = \overline{1, M}.$$

Так как общее количество экспертов $M = M_i + M_j + M_p$, то определяя отсюда M_p и подставляя его в вышеприведенное выражение, получим.

$$x_{ij} = \frac{M_i}{M} + 0,5 \times \frac{(M - M_i - M_j)}{M} = \frac{1}{2} + \frac{M_i - M_j}{2M}$$

Таблица 1

Шкала важности критериев доверенности

Значение шкалы превосходства	Содержание значений шкалы превосходства
1	Критерий сравнительно не важен
3	Критерий незначительно важен
5	Критерий сильно важен
7	Критерий очень сильно важен
9	Критерий абсолютно важен
2, 4, 6, 8	Промежуточные значения шкалы (для компромиссных решений)

Очевидно, что $x_{ij} + x_{ji} = 1$. Совокупность величин x_{ij} образуют матрицу $X = \|x_{ij}\|$ размерности $K \times K$, на основе которой можно построить ранжировку всех критериев и определить коэффициенты относительной важности критериев доверенности, то есть вектор

$$V = [v_1, v_2, \dots, v_K]^T.$$

Одним из способов определения значений элементов вектора V является итерационный алгоритм вида [6,7]:

а) начальное условие $t=0$

$$V^0 = [1, 1, \dots, 1]^T$$

б) рекуррентные соотношения

$$v^t = \frac{1}{\lambda^t} \times X \times v^{t-1}$$

$$\lambda^t = [1, 1, \dots, 1]^T \times X \times v^{t-1}, \quad t = 1, \dots, T.$$

где X - матрица обобщенных оценок пар критериев, v^t - вектор коэффициентов относительной важности критериев в итерации t .

$$\sum_{k=1}^K v^t = 1 \quad \text{- условие нормировки.}$$

в) признак окончания алгоритма $|v^t - v^{t-1}| < E$, где E - заданная точность вычисления.

Если матрица X неотрицательна и неразложима (то есть путем перестановки строк и столбцов ее нельзя привести к треугольному виду), то при увеличении числа итераций $t \rightarrow \infty$ величина λ^t сходится к максимальному собственному числу матрицы X , то есть

$$v = \lim_{t \rightarrow \infty} v^t, \quad \sum_{k=1}^K v_k = 1$$

Это утверждение следует из теоремы Перрона-Фробениуса и доказывает сходимость приведенного выше алгоритма [8].

Значимость критериев при оценке степени доверенности

3. По каждому критерию доверенности по всем изделиям определяется максимальное $kr_k^{\max} = \max kr_k^i$ и минимальное $kr_k^{\min} = \min kr_k^i$, $i = 1, N$, значения и вычисляется его (критерия) вклад в оценку степени доверенности рассматриваемого изделия:

$$Y_k^i = v_k \times \frac{(kr_k^i - kr_k^{\min})}{(kr_k^{\max} - kr_k^{\min})},$$

где: kr_k^{\min} и kr_k^{\max} - соответственно минимальное и максимальное значения критерия доверенности множества рассматриваемых изделий, kr_k^i - фактическое значение критерия доверенности

для рассматриваемого изделия O_i , $i = \overline{1, N}$, v_k - коэффициент значимости рассматриваемого критерия.

В случае составного критерия kr_k оценки частных критериев kr_{kk}^i и коэффициенты относительной важности частных критериев доверенности $\widehat{V}_k = [\widehat{v}_{k1}, \widehat{v}_{k2}, \dots, \widehat{v}_{k\widehat{K}_k}]^T$ вычисляются по методике изложенной выше.

$$Y_k^i = \sum_{\widehat{k}=1}^{\widehat{K}_k} v_{\widehat{k}\widehat{k}} \times \frac{(kr_{\widehat{k}\widehat{k}}^i - kr_{\widehat{k}\widehat{k}}^{\min})}{(kr_{\widehat{k}\widehat{k}}^{\max} - kr_{\widehat{k}\widehat{k}}^{\min})}$$

интерпретируется как вклад частных критериев в оценку составного критерия kr_k^i .

Для составных критериев доверенности $kr_k^{\max} = kr_{kk}^{\max}$, $kr_k^{\min} = kr_{kk}^{\min}$.

Значение степени доверенности рассматриваемого изделия определяется как сумма вкладов в степень доверенности каждого из критериев доверенности

$$sd_i = \sum_{k=1}^K Y_k^i.$$

Отметим, что при количественной оценке степени доверенности импортных изделий наиболее важными являются критерии, по которым оценивается выполнение требований БИ. Для отечественных изделий важно оценить достигнутый технологический уровень разработки и производства.

Значимость интервалов доверенности

4. Интервалы доверенности могут иметь разную значимость. Допустим, что наиболее значимый интервал доверенности имеет наименьший размер (предъявляются более жесткие требования к степени доверенности), а менее значимый - наибольший.

Величина $SZ = (\sum_{k=1}^K kr_k^{\max} - \sum_{k=1}^K kr_k^{\min})$ представляет собой сумму размеров всех интервалов доверенности:

$$SZ = (\sum_{k=1}^K kr_k^{\max} - \sum_{k=1}^K kr_k^{\min}).$$

Так как количество интервалов доверенности не велико, то для определения их значимости используем процедуру групповой экспертной оценки при непосредственном оценивании [6].

Пусть M экспертов провели оценку U интервалов доверенности по показателю их значимости. Результаты оценивания представлены величинами ud_{um}^z , где u - номер интервала, m - номер эксперта. Величины ud_{um}^z , полученные методом непосредственного оценивания, представляют собой числа из некоторого отрезка числовой оси, или условные баллы.

Вычисление групповых оценок и коэффициентов компетентности экспертов для этого случая осуществляется следующим образом [6]:

а) начальные условия при

$$t = 0 : k_m^0 = \frac{1}{M}, m = \overline{1, M},$$

т.е. начальное значение коэффициентов компетентности для всех экспертов принимается одинаковым и равным.

б) рекуррентные соотношения для $t = 1, 2, 3, \dots$:

$$ud_u^{zt} = \sum_{m=1}^M ud_{um}^z k_m^{t-1}, u = \overline{1, U} \quad \text{— групповая оценка}$$

для u -го интервала на t -ом шаге на основе индивидуальных оценок ud_{um}^z ;

$\lambda^t = \sum_{u=1}^U \sum_{m=1}^M ud_u^{zt} ud_{um}^z$ — нормировочный коэффициент;

$$k_m^t = \frac{1}{\lambda^t} \sum_{u=1}^U ud_u^{zt} ud_{um}^z, m = \overline{1, M-1} \quad \text{— коэффициент}$$

экспертности m -го эксперта на t -ом шаге;

$$k_m^t = 1 - \sum_{m=1}^{M-1} k_m^t, m = \overline{1, M-1} \quad \text{— коэффициент компетентности}$$

m -го эксперта из условия нормировки

в) признак окончания итерационного процесса.

$\max(|ud_u^{zt} - ud_u^{z(t-1)}|) < E$, где E — заданная точность вычисления.

Сходимость данной итерационной процедуры доказана в литературе [6].

Коэффициенты компетентности экспертов вычисляются по результатам оценки интервалов доверенности в предположении, что компетентность эксперта должна оцениваться по степени согласованности его оценок с групповой оценкой.

Примем, что размер интервала доверенности обратно пропорционален значению его значимости. Тогда элементарную единицу L измерения интервалов можно определить из выражения:

$$L \times \sum_{u=1}^M \frac{1}{ud_u^z} = \sum_{u=1}^M k_u^z = SZ,$$

$$\text{int}(L) = \frac{SZ}{\sum_{u=1}^M k_u^z}.$$

Здесь через $\text{int}(L)$ обозначена целочисленная часть значения L .

Вычислим размеры интервалов доверенности по степени убывания их значимости:

$$ud_1^z > ud_2^z > \dots > ud_{U-1}^z > ud_U^z, k_1^z < k_2^z < \dots < k_{U-1}^z < k_U^z,$$

$$sz_1 = \text{int}(k_1^z * \text{int}(L)), sz_2 = \text{int}(k_2^z * \text{int}(L)), \dots,$$

$$sz_U = SZ - \sum_{u=1}^{M-1} \text{int}(k_u^z * \text{int}(L)).$$

Соответственно верхние и нижние границы интервалов доверенности определяются как

$$\overline{ud}_1 = SZ, \quad \underline{ud}_1 = SZ - sz_1;$$

$$\overline{ud}_2 = \underline{ud}_1, \quad \underline{ud}_2 = \overline{ud}_2 - sz_2;$$

$$\dots \dots \dots$$

$$\overline{ud}_U = \underline{ud}_{U-1}, \quad \underline{ud}_U = \overline{ud}_U - sz_U.$$

Граничные значения степеней доверенности для интервалов доверенности будем вычислять по формулам:

$$\overline{ud}_1^{sd} = \sum_{k=1}^K v_k \times \frac{(kr_k^{\max} - kr_k^{\min})}{(kr_k^{\max} - kr_k^{\min})} = 1,$$

$$\underline{ud}_1^{sd} = \sum_{k=1}^K v_k \times \frac{(\underline{ud}_1 - kr_k^{\min})}{(kr_k^{\max} - kr_k^{\min})},$$

$$\overline{ud}_2^{sd} = \underline{ud}_1^{sd}, \quad \underline{ud}_2^{sd} = \sum_{k=1}^K v_k \times \frac{(\underline{ud}_2 - kr_k^{\min})}{(kr_k^{\max} - kr_k^{\min})},$$

$$\dots \dots \dots$$

$$\overline{ud}_U^{sd} = \underline{ud}_{U-1}^{sd}, \quad \underline{ud}_U^{sd} = \sum_{k=1}^K v_k \times \frac{(kr_k^{\min} - kr_k^{\min})}{(kr_k^{\max} - kr_k^{\min})} = 0.$$

Соответствие оцениваемого изделия o_i , $i = \overline{1, N}$, одному из интервалов доверенности $ud_u \in UD$, $u = \overline{1, U}$, определяется из условия

$$\overline{ud}_u^{sd} < sd_i \leq \underline{ud}_1^{sdu}.$$

Составные и частные критерии степени доверенности

5. В статье [2] рассматриваются четыре интервала (уровня) доверенности ПИ: 1) *очень высокий*, 2) *высокий*, 3) *умеренный* и 4) *низкий*. Соответственно количественную оценку степени доверенности ПИ можно использовать для сопоставления с одним из этих интервалов. Для этого необходимо вычислить с учетом принимаемой шкалы условных баллов размеры и границы интервалов доверенности, а также соответствующие им граничные значения интервалов доверенности.

Количественная оценка степени доверенности ПИ следуя [2] может производиться по пяти составным критериям: kr_1 — оценка компании-разработчика (наивысшие оценки для российских компаний), kr_2 — объем предоставляемых исходных кодов, kr_3 — оценка исследований ПИ по ТБИ; kr_4 — оценка производства ПИ; 5) kr_5 — оценка технической поддержки ПИ. Обобщенные критерии kr_2 и kr_3 позволяют оценить выполнение разработчиком kr_1 требований БИ, а критерии kr_4 и kr_5

характеризуют степень технологической независимости изготавливаемых ПИ.

Одним из условий выполнения требований БИ является предоставление исходных текстов ПИ, конструкторской документации и их исследование на отсутствие не декларируемых возможностей (НДВ) при полном соответствии заявленным, реально декларируемым возможностям (РДВ). Поэтому составной критерий kr_3 (оценка исследований ПИ по ТБИ) представляет собой составной критерий, включающий в себя частные критерии, характеризующие сложность анализируемого (исследуемого) изделия: kr_{31} – тип изделия; kr_{32} – классификация (размер) изделия; kr_{33} – квалификация исполнителей (аналитиков, программистов); kr_{34} – опыт работы по исследованию программных кодов; kr_{35} – опыт работы с языком программирования; kr_{36} – атрибуты инструментальных средств анализа.

Степень технологической независимости – наличие сертифицированного по требованиям систем качества производства (проектирования, разработки), продукция которого отвечает современному нормативному и технологическому уровню развития. Вследствие этого оценка общего (составного) критерия kr_4 (оценка производства ПИ) зависит от оценок таких частных критериев как kr_{41} – свойство переносимости ПИ и критериев оценки ПИ по уровням взаимодействия (интероперабельности): kr_{42} – на семантическом уровне, kr_{43} – на синтаксическом (структурном) уровне, kr_{44} – на техническом уровне.

Выражение $\mu_{kTB}^i(o_i) = \frac{(kr_k^i - kr_k^{\min})}{(kr_k^{\max} - kr_k^{\min})}$ можно интерпретировать как степень соответствия исследуемого ПИ $o_i \in O$ требованиям БИ по общему критерию kr_k^i при условии $kr_k \in TB$ и как степень соответствия требованиям технологической независимости $\mu_{kTN}^i(o_i) = \frac{(kr_k^i - kr_k^{\min})}{(kr_k^{\max} - kr_k^{\min})}$ при условии $kr_k \in TN$.

Тогда по совокупности составных критериев, относящихся к оценке требований БИ, степень соответствия изделий $o_i \in O$ требованиям БИ можно определить как

$$\mu_{TB}^i(o_i) = \mu_{\bigcap_k TB}^i(o_i) = 1 - \min\{1, [\sum_k (1 - \mu_{kTB}(x))^p]^{1/p}, p \geq 1, k \in tb\}.$$

Аналогично определяется степень соответствия изделий $o_i \in O$ требованиям технологической независимости:

$$\mu_{TN}^i(o_i) = \mu_{\bigcap_k TN}^i(o_i) = 1 - \min\{1, [\sum_k (1 - \mu_{kTN}(x))^p]^{1/p}, p \geq 1, k \in tn\}.$$

Здесь выражение $\gamma = 1 - \min\{1, [\sum_k (1 - \mu_{kTB}(x))^p]^{1/p}$ интерпретируется как операция пересечения нечетких множеств. Выбор такой операции определяется следующими соображениями.

Из известных операций [9,10] пересечение по Заде $\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x))$ дает самый «жесткий» результат, пересечение по Лукасевичу $\mu_{A \cap B}(x) = \max(0, \mu_A(x) + \mu_B(x) - 1, 0)$ – самый «мягкий». Другими словами, если $\alpha = (1 - \gamma)$ – порог разделения нечетких множеств, то $\alpha < \alpha'$, т.е. порог разделения нечетких множеств по Заде выше чем по Лукасевичу. Изменяя параметр p , выбранная функция позволяет гибко изменять порог разделения нечетких множеств: при $p = 1$ имеем результат аналогичный пересечению Лукасевичу, а при увеличении p результат стремится к пересечению по Заде.

Применение предложенной методики для оценки степеней доверенности аппаратных и программных изделий предполагает создание системы составных и частных критериев их оценки.

Количественные оценки степеней доверенности и соответствия отечественных изделий требованиям технологической независимости могут служить показателями преодоления критической зависимости России от импортных поставок программных и аппаратных изделий вычислительной техники. Такая задача поставлена в «Стратегии экономической безопасности Российской Федерации» (утверждена Указом Президента РФ от 13 мая 2017 г. № 208) в целях нейтрализации стратегически значимой угрозы утраты технологического и экономического суверенитета и закрепления за нашей страной долгосрочного статуса «технологической периферии».

Заключение

1. Предложена методика количественной оценки степеней доверенности программно-аппаратных изделий по значениям составных и частных критериев доверенности с учетом их значимости.

2. Методика позволяет соотнести исследуемые программные и аппаратные изделия с одним из заданных интервалов доверенности, определить по совокупности составных критериев степени их соответствия требованиям безопасности информации и технологической независимости.

3. Применение предложенной методики для оценки степеней доверенности аппаратных и программных изделий предполагает создание системы составных и частных критериев их оценки.

4. Количественная оценка степени доверенности программных и аппаратных изделий применяется для контроля достигнутого технологического уровня разработки и производства средств защиты информации.

5. Количественные оценки степеней доверенности и соответствия отечественных программно-аппаратных средств требованиям технологической независимости могут служить показателями преодоления критической зависимости России от импортных поставок программных и аппаратных средств вычислительной техники.

Рецензент: Марков Алексей Сергеевич, доктор технических наук, профессор кафедры ИУ8 «Информационная безопасность» МГТУ им. Баумана, г. Москва. E-mail: a.markov@bmstu.ru

Литература:

1. Бутусов И.В. Нащекин П.А. Романов А.А. Теоретико-семантические аспекты организации комплексной системы защиты информационных систем// Вопросы кибербезопасности. 2016. №1(14). с. 9-16
2. Бородакий Ю.В., Добродеев А.Ю., Бутусов И. В. Доверенная среда – основа гарантированной безопасности!//«Information Security/ Информационная безопасность». #2. 2013. С. 36-37
3. Бородакий Ю.В., Миронов А.Г., Добродеев А.Ю., Болдина М.Н. Проблемы и перспективы создания эволюционирующих интеллектуальных систем защиты информации для современных распределенных информационно-управляющих систем и комплексов специального и общего назначения/ Научные проблемы национальной безопасности Российской Федерации. Вып. 5: К 20-летию образования Совета Безопасности Российской Федерации. М.: Из-во «Известия». с. 303-307
4. Захаренков А.И., Бутусов И.В., Романов А.А. Метод количественной оценки степени доверенности программно-аппаратных средств// Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. Автоматизированные системы управления, 2017. №8. с.34-39
5. Методика отнесения объектов государственной и негосударственной собственности к критически важным объектам для национальной безопасности Российской Федерации. Утверждена Заместителем Министра Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий 17 октября 2012 года N 2-4-87-23-14 URL: <http://docs.cntd.ru/document/420342486>
6. Обработка экспертных оценок URL: http://www.habarov.spb.ru/new_es/exp_sys/es03/es3.htm
7. Павлов А.Н., Соколов Б.В. Методы обработки экспертной информации: учебно-методическое пособие/ГУАП. СПб. 2005. 42с.
8. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. М.: Наука 1966. 576с.
9. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир. 1976. 165 с.
10. Аверкин А.Н., Батыршин И.З. и др. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта. Под ред. Д.А. Поспелова. М.: Наука. Гл. ред. физ-мат. лит., 1986. 312 с., (Проблемы искусственного интеллекта).

THE DEGREE OF CONFIDENCE OF SOFTWARE AND HARDWARE AS A MEASURE OF QUALITY IMPORT SUBSTITUTION

Zakharenkov A.I.⁴, Butusov I.V.⁵, Romanov A.A.⁶

Ensuring technological independence of Russia in each of these areas through digital technology largely involves overcoming a critical dependence on import of electronic component base, software and hardware of computers, with their gradual substitution of domestic. The process of replacement of foreign domestic product is accompanied by an increase in the degree of proxy operating environments are used in mission-critical information systems. The technique of quantitative assessment of the extent of the power of attorney

4 Anatoly Zakharenkov, Doctor of Technical Sciences, Laureate of the State Prize Russian Federation them. Marshal of the Soviet Union G.K. Zhukov, Deputy General Director for Research and Development JSC “concern SYSTEMPROM”, Moscow, Russia. E-mail: info@systemprom.ru

5 Igor Butusov, Head of Research Department JSC “concern SYSTEMPROM”, Moscow, Russia. E-mail: butusigor@yandex.ru

6 Aleksandr Romanov, Doctor of Technical Sciences, Chief specialist “concern SYSTEMPROM”, Moscow, Russia. E-mail: ralexhome@yandex.ru

software and hardware. The exponent of a power of attorney is examined as a complex index, which includes indicators of the level of information security and technological independence of software and hardware products of computers. The possibility of using this index as a quality indicator of import substitution. Define upper and lower bounds of the specified intervals of a power of attorney depending on their importance, the boundary values of the degrees of the power of attorney for these intervals, the significance of compound and partial criteria of power of attorney. Calculated quantitative estimates of the degrees of the power of attorney of hardware and software products relate to one of the intervals of a power of attorney, establishes the degree of compliance security and technological independence. Quantification of the degree of the power of attorney is used to control the achieved technological level in the development and production of means of information protection.

Keywords: import substitution, degree of confidence, the intervals of a power of attorney, information security, technological independence, the criteria of the attorney, the expert assessment.

References:

1. Butusov I.,V., Nashchekin P.A., Romanov A.A. Teoretiko-semanticheskie aspekty organizatsii kompleksnoy sistemy zashchity informatsionnykh system//Voprosy kiberbezopasnosti, 2016. - №1(14). - pp. 9-16
2. Borodaky Yu.V., Dobrodeev A.Yu., Butusov I.,V. Doverennaya sreda – osnova gqrantirovannoy bezopasnosti!// «Information Security»/Informatsionnaya bezopasnost,». #2. 2013. - pp. 36-37
3. Borodaky Yu.V., Mironov A.G., Dobrodeev A.Yu., Boldyna M.N. Problemy i perspektivy sozdaniya evolyutsioniruyushchikh intellektualnykh system zashchity informatsii dly sovremennykh raspredelennykh informatsionno-upravlyayushchikh system i kompleksov spetsialnogo i obshchego naznacheniy//Nauchnye problem nationalnoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii. vyp. 5: K 20-letiyu obrazovaniya Soveta Bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii, M.: Izd-vo «Izveitiya». - pp.303-307
4. Zakharenkov A.I., Butusov I.,V., Romanov A.A. Metod kolichestvennoy otsenki stepeni doverennosti programmno-apparatnykh sredstv//Pribory i sistemy. Upravlenie, control, diagnostika. Avtomatizirovannye sistemy upravleniya. 2017. №8. c.34-39
5. Metodika otneseniya ob'ektov gosudarstvennoy i negosudarstvennoy sobstvennosti k kriticheski vazhnym ob'ektam dly nationalnoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii. Utverzhdena Zamestitelem Minisyra Rossiyskoy Federatsii po delam grazhdanskoy oborony, chrezvychaynym situatsiyam i likvidatsii posledstviy stikhiynykh bedstviy 17 oktyabrya 2012 goda N 2-4-87-23-14 URL: <http://docs.cntd.ru/document/420342486>
6. Obrabotka ekspetnykh otsenok. URL: http://www.habarov.spb.ru/new_es/exp_sys/es03/es3.htm
7. Pavlov A.N., Sokolov B.V. Metody obrabotki ekspertnoy informatsii: uchebno-metodicheskoe posobie/GUAP. SPb. 2005. 42 P.
8. Gantmakher F.P. Teoriya matrits. - M.: Nauka 1966, - 576 p
9. Zade L.A. Ponytie lingvisticheskoy peremennoy i ego primenenie k prinyatiyu priblizhennykh resheniy. M.: Mir. 1976. 165 P.
10. Averkin A.N., Batyrshin I.Z. i dr. Nechetkie mnozhestva v modelyakh upravleniya i iskusstvennogo intellekta. Pod redaktsiyey D.A. Pospelova. V.: Nauka. Gl. red. fiz-mat. lit. 1986. 312 P.

