

МЕТОД α -УРОВНЕВОЙ НОМИНАЛИЗАЦИИ НЕЧЕТКИХ ЧИСЕЛ ДЛЯ СИСТЕМ ОБНАРУЖЕНИЯ ВТОРЖЕНИЙ

Анна Корченко

Современные средства, используемые для выявления кибератак в нечетко определенной слабоформализованной среде, имеют ряд ограничений. С этой целью разрабатываются соответствующие технические решения для систем выявления атак, в основу которых заложен метод выявления аномалий, порожденных кибератаками в информационных системах. В этом методе процесс преобразования эталонных и текущих нечетких чисел требует четкой формализации. Для устранения этого недостатка предлагается метод, который базируется на математических моделях и методах нечеткой логики и реализуется посредством трех базовых этапов: формирование α -уровней, эквивалентное преобразование нечетких чисел, формирование обобщающих таблиц и графическая интерпретация номинализованных нечетких чисел. Метод позволяет формализовать процесс формирования α -уровневых интервалов для эквивалентного преобразования эталонных и текущих нечетких чисел, что в свою очередь даст возможность определять идентифицирующие термы, отображающие текущие состояния среды окружения и повысить эффективность построения соответствующих систем выявления вторжений.

Ключевые слова: кибератаки, аномалии, нечеткие эталоны, α -уровневые нечеткие числа, системы обнаружения вторжений, системы обнаружения аномалий, системы обнаружения атак, обнаружение аномалий в компьютерных сетях.

На сегодняшний день современная теоретическая и практическая база, которая используется для обнаружения атак в информационных системах, имеет определенные ограничения относительно возможностей идентифицировать в нечетко определенной слабоформализованной среде новые типы кибератак. Разработка технических решений для современных систем выявления вторжений, даст возможность эффективно решать задачи идентификации опасных аномальных состояний в компьютерных системах и сетях.

Разработанные в [1-3] системы можно достаточно эффективно использовать для выявления такого рода вторжений. Для построения указанных систем используется метод выявления аномалий, порожденных кибератаками в информационных системах [4], в котором процесс преобразования эталонных и текущих нечетких чисел (НЧ) требует четкой формализации.

В связи с этим, целью данной работы является разработка метода α -уровневой номинализации (МАН), позволяющего формализовать процесс формирования α -уровневых интервалов для эквивалентного преобразования эталонных и текущих НЧ. Это даст возможность определять идентифицирующие термы, отображающие текущие состояния среды окружения при решении задач выявления атак в компьютерных системах.

Основу предлагаемого метода составляют три базовых этапа: формирование α -уровней; эквивалентное преобразование НЧ; формирование обобщающих таблиц и графическая интерпретация номинализованных НЧ.

Рассмотрим каждый из указанных этапов.

Этап 1 – формирование α -уровней. Для реализации этого этапа создается соответствующий механизм, основанный на введении множества всех возможных α -уровней \mathbf{AL} и подмножества таких α -уровней $\mathbf{AL}_{ij} \subseteq \mathbf{AL}$:

$$\mathbf{AL}_{ij} = \left\{ \bigcup_{k=1}^{\pi} AL_{ijk} \right\} = \{ AL_{ij1}, AL_{ij2}, \dots, AL_{ij\pi} \}, \quad (1)$$

используемых для преобразования НЧ отображающих \mathbf{P}_{ij} с базовым терм-множеством \mathbf{T}_{ij} (см. (7) в [5]), где π – количество членов в множестве \mathbf{AL}_{ij} , а AL_{ijk} ($k = \overline{1, \pi}$) – k -й член множества \mathbf{AL}_{ij} соответствующий k -му α -уровню [6]. Отметим, что все члены множества \mathbf{AL}_{ij} формируются по формуле

$$\mathbf{AL}_{ij} = \left\{ \bigcup_{s=1}^r \left\{ \bigcup_{q=1}^{r_s} \mu_{ijsq}^e \right\} \right\}, \quad (2)$$

значения величин которой введены в работе [5] (см. (8)) и [7] (см. (14) этапа 5). Из выражений (1) и (2) следует, что

$$\mathbf{AL}_{ij} = \left\{ \bigcup_{k=1}^{\pi} AL_{ijk} \right\} = \left\{ \bigcup_{s=1}^r \left\{ \bigcup_{q=1}^{r_s} \mu_{ijsq}^e \right\} \right\}. \quad (3)$$

Например, при $i=3$ ($\mathbf{AT}_i = \mathbf{AT}_3 = \mathbf{AT}_{SP}$), $j=3$ ($\mathbf{P}_{ij} = \mathbf{P}_{33} = \mathbf{P}_{SPKOP}$) (т.е. $AT_3 = SP$ – «Спуфинг», $P_3 = KOP$ – «Количество одновременных подключений к серверу», (см. [5])), $r=5$, $s = \overline{1,5}$,

$r_1 = 4, r_2 = 5, r_3 = 5, r_4 = 5, r_5 = 4$ и при значении μ_{33sq}^e соответствующее μ_{23sq}^e (см. значения величин примера этапа 5 в [7]), подмножество $\mathbf{AL}_{ij} = \mathbf{AL}_{33}$ согласно (3) принимает вид $\mathbf{AL}_{33} = \{\bigcup_{k=1}^{\pi} \mathbf{AL}_{33k}\} = \{\bigcup_{s=1}^r \{\bigcup_{q=1}^{r_s} \mu_{33sq}^e\}\} = \{\{\mu_{3311}^e, \mu_{3312}^e, \mu_{3313}^e, \mu_{3314}^e\}, \{\mu_{3321}^e, \mu_{3322}^e, \mu_{3323}^e, \mu_{3324}^e, \mu_{3325}^e\}, \{\mu_{3331}^e, \mu_{3332}^e, \mu_{3333}^e, \mu_{3334}^e, \mu_{3335}^e\}, \{\mu_{3341}^e, \mu_{3342}^e, \mu_{3343}^e, \mu_{3344}^e, \mu_{3345}^e\}, \{\mu_{3351}^e, \mu_{3352}^e, \mu_{3353}^e, \mu_{3354}^e\}\} = \{\{0; 1; 0,3; 0\}, \{0; 0,6; 1; 0,2; 0\}, \{0; 0,4; 1; 0,3; 0\}, \{0; 0,6; 1; 0,7; 0\}, \{0; 0,6; 1; 0\}\} = \{0; 0,2; 0,3; 0,4; 0,6; 0,7; 1\}$.

В процессе формирования членов подмножества \mathbf{AL}_{33} определяется их количество т.е. $\pi = 7$, следовательно (1) можно отобразить как $\mathbf{AL}_{33} = \{\bigcup_{k=1}^{\pi} \mathbf{AL}_{33k}\} = \{\mathbf{AL}_{331}, \mathbf{AL}_{332}, \mathbf{AL}_{333}, \mathbf{AL}_{334}, \mathbf{AL}_{335}, \mathbf{AL}_{336}, \mathbf{AL}_{337}\} = \{\mathbf{AL}_{\text{СРКОП1}}, \mathbf{AL}_{\text{СРКОП2}}, \mathbf{AL}_{\text{СРКОП3}}, \mathbf{AL}_{\text{СРКОП4}}, \mathbf{AL}_{\text{СРКОП5}}, \mathbf{AL}_{\text{СРКОП6}}, \mathbf{AL}_{\text{СРКОП7}}\} = \{0; 0,2; 0,3; 0,4; 0,6; 0,7; 1\}$, где $\mathbf{AL}_{331} = \mathbf{AL}_{\text{СРКОП1}} = 0, \mathbf{AL}_{332} = \mathbf{AL}_{\text{СРКОП2}} = 0,2, \mathbf{AL}_{333} = \mathbf{AL}_{\text{СРКОП3}} = 0,3, \mathbf{AL}_{334} = \mathbf{AL}_{\text{СРКОП4}} = 0,4, \mathbf{AL}_{335} = \mathbf{AL}_{\text{СРКОП5}} = 0,6, \mathbf{AL}_{336} = \mathbf{AL}_{\text{СРКОП6}} = 0,7, \mathbf{AL}_{337} = \mathbf{AL}_{\text{СРКОП7}} = 1$.

Аналогичным способом для $i=3$ ($\mathbf{AT}_i = \mathbf{AT}_3 = \mathbf{AT}_{\text{СП}}$), $j=6$ ($\mathbf{P}_{ij} = \mathbf{P}_{36} = \mathbf{P}_{\text{СРКПОА}}$) (т.е. $\mathbf{AT}_3 = \mathbf{SP}$ – «Слуффинг», $\mathbf{P}_6 = \mathbf{КПОА}$ – «Количество пакетов с одинаковым адресом отправителя и получателя» (см. [5])), $r=3, s=1,3, r_1=4, r_2=5, r_3=4$ (см. значения величин в [8]), подмножество $\mathbf{AL}_{ij} = \mathbf{AL}_{36}$ согласно (3) принимает вид $\mathbf{AL}_{36} = \{\bigcup_{k=1}^{\pi} \mathbf{AL}_{36k}\} = \{\bigcup_{s=1}^r \{\bigcup_{q=1}^{r_s} \mu_{36sq}^e\}\} = \{\mu_{3611}^e, \mu_{3612}^e, \mu_{3613}^e, \mu_{3614}^e\}, \{\mu_{3621}^e, \mu_{3622}^e, \mu_{3623}^e, \mu_{3624}^e, \mu_{3625}^e\}, \{\mu_{3631}^e, \mu_{3632}^e, \mu_{3633}^e, \mu_{3634}^e\}\} = \{\{0; 1; 0,2; 0\}, \{0; 0,5; 1; 0,7; 0\}, \{0; 0,5; 1; 0\}\} = \{0; 0,2; 0,5; 0,7; 1\}$, а количество членов подмножества $\mathbf{AL}_{36} - \pi = 5$. Таким образом, (1) можно представить в виде: $\mathbf{AL}_{36} = \{\bigcup_{k=1}^{\pi} \mathbf{AL}_{36k}\} = \{\mathbf{AL}_{361}, \mathbf{AL}_{362}, \mathbf{AL}_{363}, \mathbf{AL}_{364}, \mathbf{AL}_{365}\} = \{\mathbf{AL}_{\text{СРКПОА1}}, \mathbf{AL}_{\text{СРКПОА2}}, \mathbf{AL}_{\text{СРКПОА3}}, \mathbf{AL}_{\text{СРКПОА4}}, \mathbf{AL}_{\text{СРКПОА5}}\} = \{0; 0,2; 0,5; 0,7; 1\}$, где $\mathbf{AL}_{361} = \mathbf{AL}_{\text{СРКПОА1}} = 0, \mathbf{AL}_{362} = \mathbf{AL}_{\text{СРКПОА2}} = 0,2, \mathbf{AL}_{363} = \mathbf{AL}_{\text{СРКПОА3}} = 0,5, \mathbf{AL}_{364} = \mathbf{AL}_{\text{СРКПОА4}} = 0,7, \mathbf{AL}_{365} = \mathbf{AL}_{\text{СРКПОА5}} = 1$.

Этап 2 – эквивалентное преобразование НЧ. Согласно этому этапу приведем все эталонные и текущее НЧ к номинальному (одному для всех) числу компонент посредством их преобразования с помощью подмножеств \mathbf{AL}_{ij} .

Шаг 1. Введем множество всех возможных преобразованных или номинализованных (приведенных к z) эталонных НЧ $\mathbf{T}_{ij}^{ep} \subseteq \mathbf{T}^{ep}$

$$\mathbf{T}_{ij}^{ep} = \{\bigcup_{s=1}^r \mathbf{T}_{ijs}^{ep}\} = \{\mathbf{T}_{ij1}^{ep}, \mathbf{T}_{ij2}^{ep}, \dots, \mathbf{T}_{ijs}^{ep}, \dots, \mathbf{T}_{ijr}^{ep}\}, \quad (4)$$

$$(s = \overline{1, r})$$

и полученное на их основе преобразованное текущее НЧ \mathbf{P}_{ij}^p .

С учетом (4) сформируем в общем виде преобразованное эталонное НЧ \mathbf{T}_{ijs}^{ep} (см. (5)) и соответствующее преобразованное текущее НЧ \mathbf{P}_{ij}^p (см. (6)) т.е.:

$$\mathbf{T}_{ijs}^{ep} = \{\bigcup_{g=1}^z \mu_{ijsg}^{ep} / x_{ijsg}^{ep}\} = \{\mu_{ijs1}^{ep} / x_{ijs1}^{ep}, \mu_{ijs2}^{ep} / x_{ijs2}^{ep}, \dots, \mu_{ijsz}^{ep} / x_{ijsz}^{ep}\}, \quad (5)$$

$$(g = \overline{1, z}), (z = 2\pi - 1), (s = \overline{1, r})$$

где $\mu_{ijsg}^{ep} = \mu_{ijs(z-g+1)}^{ep} = \mathbf{AL}_{ijg}, \mu_{ijs1}^{ep} = \mu_{ijs1}^e, x_{ijs1}^{ep} = x_{ijs1}^e, z$ – количество компонент в \mathbf{T}_{ijs}^{ep} и

$$\mathbf{P}_{ij}^p = \{\bigcup_{g=1}^z \mu_{ijg}^p / x_{ijg}^p\} = \{\mu_{ij1}^p / x_{ij1}^p, \mu_{ij2}^p / x_{ij2}^p, \dots, \mu_{ijz}^p / x_{ijz}^p\}, \quad (6)$$

$$(g = \overline{1, z}), (z = 2\pi - 1),$$

где $\mu_{ijg}^p = \mu_{ij(z-g+1)}^p = \mathbf{AL}_{ijg}, \mu_{ij1}^p = \mu_{ij1}, x_{ij1}^p = x_{ij1}, z$ – количество компонент в \mathbf{P}_{ij}^p .

Очевидно, что число компонент всех НЧ одинаковое и определяется параметром z , который назовем номинальным числом компонент или просто номиналом.

Шаг 2. Номинализация (преобразование к z) эталонных НЧ \mathbf{T}_{ijs}^{ep} осуществляется посредством введения подмножества α -уровневых интервалов $\mathbf{AL}_{ij}^{le} \subseteq \mathbf{AL}$, состоящих из r членов и отображающих \mathbf{T}_{ij}^e (см. (12) в [7]), т.е.

$$\mathbf{AL}_{ij}^{le} = \{\bigcup_{s=1}^r \mathbf{AL}_{ijs}^{le}\} = \{\mathbf{AL}_{ij1}^{le}, \mathbf{AL}_{ij2}^{le}, \dots, \mathbf{AL}_{ijr}^{le}\}, \quad (7)$$

$$(s = \overline{1, r}),$$

где

$$\mathbf{AL}_{ijs}^{le} = \{\bigcup_{b=1}^{r_s-1} \mathbf{AL}_{ijsb}^{le}\} = \{\mathbf{AL}_{ijs1}^{le}, \mathbf{AL}_{ijs2}^{le}, \dots, \mathbf{AL}_{ijsr_s-1}^{le}\}, \quad (8)$$

$$(b = \overline{1, r_s - 1}),$$

при этом $\mathbf{AL}_{ijs}^{le} \subseteq \mathbf{AL}_{ij}^{le}$, а r_s ($s = \overline{1, r}$) определяет количество компонент в \mathbf{T}_{ijs}^e (см. (14) в [7]).

С учетом (8) представим (7) в следующем виде

$$AL_{ij}^{Ie} = \left\{ \bigcup_{s=1}^r AL_{ijs}^{Ie} \right\} = \left\{ \bigcup_{s=1}^r \left\{ \bigcup_{b=1}^{r_s-1} AL_{ijsb}^{Ie} \right\} \right\} = \{ \{ AL_{ij11}^{Ie}, AL_{ij12}^{Ie}, \dots, AL_{ij1r_1-1}^{Ie} \}, \dots, \{ AL_{ij21}^{Ie}, AL_{ij22}^{Ie}, \dots, AL_{ij2r_2-1}^{Ie} \}, \dots, \{ AL_{ijs1}^{Ie}, AL_{ijs2}^{Ie}, \dots, AL_{ijr_r-1}^{Ie} \} \}, \quad (9)$$

при этом $AL_{ijsb}^{Ie} \subseteq AL_{ijs}^{Ie}$ является подмножеством межточечных α -уровневых интервалов, представляемое как

$$AL_{ijsb}^{Ie} = \left\{ \bigcup_{c=1}^{k_b} AL_{ijsbc}^{Ie} \right\} = \{ AL_{ijsb1}^{Ie}, AL_{ijsb2}^{Ie}, \dots, AL_{ijsbk_b}^{Ie} \}, \quad (b = \overline{1, r_s - 1}), \quad (10)$$

где k_b – количество членов в подмножестве AL_{ijsb}^{Ie} , значение каждого из которых находится на интервале между двумя точками μ_{ijsq}^e и μ_{ijsq+1}^e , т. е. для всех членов AL_{ijsb}^{Ie} выполняется условие:

$$\begin{cases} \mu_{ijsq}^e < AL_{ijsbc}^{Ie} \leq \mu_{ijsq+1}^e, \text{ при } x_{ijsq+1}^e \leq x_{ijsmax}^e \\ \mu_{ijsq}^e > AL_{ijsbc}^{Ie} \geq \mu_{ijsq+1}^e, \text{ при } x_{ijsq+1}^e \geq x_{ijsmax}^e \end{cases} \quad (c = \overline{1, k_b}), \quad (q = \overline{1, r_s}),$$

где x_{ijsmax}^e является таким носителем НЧ \underline{T}_{ijs}^e , значение функции принадлежности (ФП) которого определяется по выражению $\mu_{ijsmax}^e = \bigvee_{q=1}^{r_s} \mu_{ijsq}^e$. Другими словами можно сказать, что при суппорте x_{ijsmax}^e в НЧ \underline{T}_{ijs}^e содержится максимальное значение ФП μ_{ijsmax}^e т.е. существует компонент $\mu_{ijsmax}^e / x_{ijsmax}^e$.

Далее для AL_{ij}^{Ie} с учетом (10) представим (9) в следующем виде:

$$AL_{ij}^{Ie} = \left\{ \bigcup_{s=1}^r AL_{ijs}^{Ie} \right\} = \left\{ \bigcup_{s=1}^r \left\{ \bigcup_{b=1}^{r_s-1} \left\{ \bigcup_{c=1}^{k_b} AL_{ijsbc}^{Ie} \right\} \right\} \right\} = \{ \{ \{ AL_{ij111}^{Ie}, AL_{ij112}^{Ie}, \dots, AL_{ij11k_1}^{Ie} \}, \{ AL_{ij121}^{Ie}, AL_{ij122}^{Ie}, \dots, AL_{ij12k_2}^{Ie} \}, \dots, \{ AL_{ij1(r_1-1)1}^{Ie}, AL_{ij1(r_1-1)2}^{Ie}, \dots, AL_{ij1(r_1-1)k_{r_1-1}}^{Ie} \} \}, \dots, \{ \{ AL_{ij211}^{Ie}, AL_{ij212}^{Ie}, \dots, AL_{ij21k_1}^{Ie} \}, \{ AL_{ij221}^{Ie}, AL_{ij222}^{Ie}, \dots, AL_{ij22k_2}^{Ie} \}, \dots, \{ AL_{ij2(r_2-1)1}^{Ie}, AL_{ij2(r_2-1)2}^{Ie}, \dots, AL_{ij2(r_2-1)k_{r_2-1}}^{Ie} \}, \dots, \dots, \{ \{ AL_{ijr11}^{Ie}, AL_{ijr12}^{Ie}, \dots, AL_{ijr1k_1}^{Ie} \}, \{ AL_{ijr21}^{Ie}, AL_{ijr22}^{Ie}, \dots, AL_{ijr2k_2}^{Ie} \}, \dots, \{ AL_{ijr(r_r-1)1}^{Ie}, AL_{ijr(r_r-1)2}^{Ie}, \dots, AL_{ijr(r_r-1)k_{r_r-1}}^{Ie} \} \} \}. \quad (11)$$

Шаг 3. Формирование преобразованного (номинализированного) текущего НЧ \underline{P}_{ij}^p по аналогии с (10) осуществляется посредством введения соответствующего подмножества межточечных α -уровневых интервалов

$$AL_{ijb}^{Ip} = \left\{ \bigcup_{c=1}^{k_b} AL_{ijbc}^{Ip} \right\} = \{ AL_{ijb1}^{Ip}, AL_{ijb2}^{Ip}, \dots, AL_{ijbk_b}^{Ip} \}, \quad (12) \quad (b = \overline{1, \rho - 1}),$$

где ρ – количество компонент в текущем НЧ \underline{P}_{ij} (см. (6) в [9]), k_b – количество членов в подмножестве AL_{ijb}^{Ip} , значение каждого из которых находится между двумя точками μ_{ijq} и μ_{ijq+1} , т. е. для всех членов AL_{ijb}^{Ip} выполняется условие:

$$\begin{cases} \mu_{ijq} < AL_{ijbc}^{Ip} \leq \mu_{ijq+1}, \text{ при } x_{ijq+1} \leq x_{ijmax} \\ \mu_{ijq} > AL_{ijbc}^{Ip} \geq \mu_{ijq+1}, \text{ при } x_{ijq+1} \geq x_{ijmax} \end{cases} \quad (c = \overline{1, k_b}), \quad (q = \overline{1, \rho}),$$

где x_{ijmax} является таким носителем НЧ \underline{P}_{ij} , значение ФП которого определяется по выражению

$$\mu_{ijmax} = \bigvee_{q=1}^{\rho} \mu_{ijq}, \text{ т.е. при суппорте } x_{ijmax} \text{ в НЧ } \underline{P}_{ij} \text{ содержит максимальное значение ФП } \mu_{ijmax}.$$

Далее по аналогии с (11) с учетом (12) осуществим необходимые преобразования, т.е. сформируем

$$AL_{ij}^{Ip} = \left\{ \bigcup_{b=1}^{\rho-1} \left\{ \bigcup_{c=1}^{k_b} AL_{ijbc}^{Ip} \right\} \right\} = \{ \{ AL_{ij11}^{Ip}, AL_{ij12}^{Ip}, \dots, AL_{ij1k_1}^{Ip} \}, \{ AL_{ij21}^{Ip}, AL_{ij22}^{Ip}, \dots, AL_{ij2k_2}^{Ip} \}, \dots, \{ AL_{ij(\rho-1)1}^{Ip}, AL_{ij(\rho-1)2}^{Ip}, \dots, AL_{ij(\rho-1)k_{\rho-1}}^{Ip} \} \}. \quad (13)$$

Шаг 4. Вычисление значений x_{ijsg}^{ep} , ($g = \overline{1, z}$) для номинализированных эталонных НЧ осуществляется посредством выражения

$$x_{ijsg}^{ep} = x_{ijsq}^e + \frac{(\mu_{ijsg}^{ep} - \mu_{ijsq}^e)(x_{ijsq+1}^e - x_{ijsq}^e)}{\mu_{ijsq+1}^e - \mu_{ijsq}^e}, \quad (g = \overline{2, z}), \quad (14)$$

при этом $\mu_{ijs1}^{ep} = \mu_{ijs1}^e$, $x_{ijs1}^{ep} = x_{ijs1}^e$, а

$$\begin{aligned} \mu_{ijs1}^{ep} &= AL_{ijs1}^{Ie}, \mu_{ijs2}^{ep} = AL_{ijs2}^{Ie}, \dots, \mu_{ijsk_1}^{ep} = AL_{ijsk_1}^{Ie}, \\ \mu_{ijs(k_1+1)}^{ep} &= AL_{ijs21}^{Ie}, \mu_{ijs(k_1+2)}^{ep} = AL_{ijs22}^{Ie}, \dots, \mu_{ijs(k_1+k_2)}^{ep} = AL_{ijs2k_2}^{Ie}, \\ &\dots, \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} \mu_{ijs(k_1+k_2+k_3+\dots+k_{b-1}+1)}^{ep} &= AL_{ijr(r_s-1)1}^{Ie}, \mu_{ijs(k_1+k_2+k_3+\dots+k_{b-1}+2)}^{ep} = \\ &AL_{ijr(r_s-1)2}^{Ie}, \dots, \mu_{ijsz}^{ep} = AL_{ijr(r_s-1)k_b}^{Ie}, \end{aligned}$$

где $z = \sum_{h=1}^b k_h$.

Шаг 5. Вычисление значений x_{ijg}^p , ($g = \overline{1, z}$) для номинализированных текущих НЧ осуществляется аналогично шагу 4 по выражению

$$x_{ijg}^p = x_{ijq}^p + \frac{(\mu_{ijg}^p - \mu_{ijq}^p)(x_{ijq+1} - x_{ijq})}{\mu_{ijq+1} - \mu_{ijq}}, \quad (g = \overline{2, z}), \quad (16)$$

при этом $\mu_{ij1}^p = \mu_{ij1}$, $x_{ij1}^p = x_{ij1}$, а

$$\begin{aligned} \mu_{ij1}^p &= AL_{ij11}^{lp}, \mu_{ij2}^p = AL_{ij12}^{lp}, \dots, \mu_{ijk_1}^p = AL_{ij1k_1}^{lp}, \\ \mu_{ij(k_1+1)}^p &= AL_{ij21}^{lp}, \mu_{ij(k_1+2)}^p = AL_{ij22}^{lp}, \dots, \mu_{ij(k_1+k_2)}^p = AL_{ij2k_2}^{lp}, \\ &\dots, \\ \mu_{ij(k_1+k_2+k_3+\dots+k_{b-1}+1)}^p &= AL_{ij(\rho-1)1}^{lp}, \mu_{ij(k_1+k_2+k_3+\dots+k_{b-1}+2)}^p = \\ &AL_{ij(\rho-1)2}^{lp}, \dots, \mu_{ijz}^p = AL_{ij(\rho-1)k_b}^{lp}, \end{aligned} \quad (17)$$

где $z = \sum_{h=1}^b k_h$.

Например, для $i=3$ ($\mathbf{AT}_i = \mathbf{AT}_3 = \mathbf{AT}_{SP}$) при $j=3$ ($\mathbf{P}_{ij} = \mathbf{P}_{33} = \mathbf{P}_{SPKOP}$), $r=5$ и при $j=6$ ($\mathbf{P}_{ij} = \mathbf{P}_{36} = \mathbf{P}_{SPKPOA}$), $r=3$ [5] приведем все эталонные и текущее НЧ к одному числу компонент посредством их преобразования с помощью подмножеств $\mathbf{AL}_{ij} = \mathbf{AL}_{33}$ и $\mathbf{AL}_{ij} = \mathbf{AL}_{36}$.

Шаг 1. Для этого, согласно (4), множество всех возможных номинализированных эталонных НЧ $\mathbf{T}_{ij}^{ep} = \mathbf{T}_{33}^{ep} = \mathbf{T}_{SPKOP}^{ep}$ и $\mathbf{T}_{ij}^{ep} = \mathbf{T}_{36}^{ep} = \mathbf{T}_{SPKPOA}^{ep}$ пред-

ставим в виде: $\mathbf{T}_{33}^{ep} = \{ \bigcup_{s=1}^5 \underline{T}_{ijs}^{ep} \} = \{ \underline{T}_{331}^{ep}, \underline{T}_{332}^{ep}, \underline{T}_{333}^{ep},$

$\underline{T}_{334}^{ep}, \underline{T}_{335}^{ep} \} = \{ \underline{T}_{SPKOP1}^{ep}, \underline{T}_{SPKOP2}^{ep}, \underline{T}_{SPKOP3}^{ep}, \underline{T}_{SPKOP4}^{ep},$

$\underline{T}_{SPKOP5}^{ep} \} = \{ \underline{OM}_{33}^{ep}, \underline{M}_{33}^{ep}, \underline{C}_{33}^{ep}, \underline{B}_{33}^{ep}, \underline{OB}_{33}^{ep} \}$, где

члены подмножества $\mathbf{T}_{33}^{ep} - \underline{OM}_{33}^{ep}, \underline{M}_{33}^{ep}, \underline{C}_{33}^{ep}, \underline{B}_{33}^{ep}, \underline{OB}_{33}^{ep}$ являются номинализированными эталон-

ными НЧ, т.е. $\underline{T}_{331}^{ep} = \underline{T}_{SPKOP1}^{ep} = \underline{OM}_{33}^{ep}$, $\underline{T}_{332}^{ep} =$

$\underline{T}_{SPKOP2}^{ep} = \underline{M}_{33}^{ep}$, $\underline{T}_{333}^{ep} = \underline{T}_{SPKOP3}^{ep} = \underline{C}_{33}^{ep}$, $\underline{T}_{334}^{ep} =$

$\underline{T}_{SPKOP4}^{ep} = \underline{B}_{33}^{ep}$, $\underline{T}_{335}^{ep} = \underline{T}_{SPKOP5}^{ep} = \underline{OB}_{33}^{ep}$ и $\mathbf{T}_{36}^{ep} =$

$\{ \bigcup_{s=1}^3 \underline{T}_{ijs}^{ep} \} = \{ \underline{T}_{361}^{ep}, \underline{T}_{362}^{ep}, \underline{T}_{363}^{ep} \} = \{ \underline{T}_{SPKPOA1}^{ep}, \underline{T}_{SPKPOA2}^{ep},$

$\underline{T}_{SPKPOA3}^{ep} \} = \{ \underline{M}_{36}^{ep}, \underline{C}_{36}^{ep}, \underline{B}_{36}^{ep} \}$, где члены подмножества $\mathbf{T}_{36}^{ep} - \underline{M}_{36}^{ep}, \underline{C}_{36}^{ep}, \underline{B}_{36}^{ep}$ являются номинали-

зированные эталонные $\underline{T}_{331}^{ep}, \underline{T}_{332}^{ep}, \underline{T}_{333}^{ep}, \underline{T}_{334}^{ep}, \underline{T}_{335}^{ep}$ и соответствующее преобразованное текущее \underline{P}_{33}^p НЧ. Для этого представим все эталонные НЧ отображающие $P_{ij} = P_{33} = P_{SPKOP}$, с учетом (5), в следующем виде:

$$\begin{aligned} \underline{T}_{331}^{ep} &= \{ \bigcup_{g=1}^{13} \mu_{331g}^{ep} / x_{331g}^{ep} \} = \{ \mu_{3311}^{ep} / x_{3311}^{ep}, \mu_{3312}^{ep} / x_{3312}^{ep}, \\ &\mu_{3313}^{ep} / x_{3313}^{ep}, \mu_{3314}^{ep} / x_{3314}^{ep}, \mu_{3315}^{ep} / x_{3315}^{ep}, \mu_{3316}^{ep} / x_{3316}^{ep}, \\ &\mu_{3317}^{ep} / x_{3317}^{ep}, \mu_{3318}^{ep} / x_{3318}^{ep}, \mu_{3319}^{ep} / x_{3319}^{ep}, \mu_{331(10)}^{ep} / x_{331(10)}^{ep}, \\ &\mu_{331(11)}^{ep} / x_{331(11)}^{ep}, \mu_{331(12)}^{ep} / x_{331(12)}^{ep}, \mu_{331(13)}^{ep} / x_{331(13)}^{ep} \}, \end{aligned}$$

где $\mu_{3311}^{ep} = \mu_{331(13)}^{ep} = AL_{331} = 0$, $\mu_{3312}^{ep} = \mu_{331(12)}^{ep} = AL_{332} = 0,2$, $\mu_{3313}^{ep} = \mu_{331(11)}^{ep} = AL_{333} = 0,3$, $\mu_{3314}^{ep} = \mu_{331(10)}^{ep} = AL_{334} = 0,4$, $\mu_{3315}^{ep} = \mu_{3319}^{ep} = AL_{335} = 0,6$, $\mu_{3316}^{ep} = \mu_{3318}^{ep} = AL_{336} = 0,7$, $\mu_{3317}^{ep} = \mu_{3317}^{ep} = AL_{337} = 1$ и $\mu_{3311}^{ep} = \mu_{3311}^{ep} = 0$, $x_{3311}^{ep} = x_{3311}^e = 0,008$;

$$\begin{aligned} \underline{T}_{332}^{ep} &= \{ \bigcup_{g=1}^{13} \mu_{332g}^{ep} / x_{332g}^{ep} \} = \{ \mu_{3321}^{ep} / x_{3321}^{ep}, \mu_{3322}^{ep} / x_{3322}^{ep}, \\ &\mu_{3323}^{ep} / x_{3323}^{ep}, \mu_{3324}^{ep} / x_{3324}^{ep}, \mu_{3325}^{ep} / x_{3325}^{ep}, \mu_{3326}^{ep} / x_{3326}^{ep}, \\ &\mu_{3327}^{ep} / x_{3327}^{ep}, \mu_{3328}^{ep} / x_{3328}^{ep}, \mu_{3329}^{ep} / x_{3329}^{ep}, \mu_{332(10)}^{ep} / x_{332(10)}^{ep}, \\ &\mu_{332(11)}^{ep} / x_{332(11)}^{ep}, \mu_{332(12)}^{ep} / x_{332(12)}^{ep}, \mu_{332(13)}^{ep} / x_{332(13)}^{ep} \}, \end{aligned}$$

где $\mu_{3321}^{ep} = \mu_{332(13)}^{ep} = AL_{331} = 0$, $\mu_{3322}^{ep} = \mu_{332(12)}^{ep} = AL_{332} = 0,2$, $\mu_{3323}^{ep} = \mu_{332(11)}^{ep} = AL_{333} = 0,3$, $\mu_{3324}^{ep} = \mu_{332(10)}^{ep} = AL_{334} = 0,4$, $\mu_{3325}^{ep} = \mu_{3329}^{ep} = AL_{335} = 0,6$, $\mu_{3326}^{ep} = \mu_{3328}^{ep} = AL_{336} = 0,7$, $\mu_{3327}^{ep} = \mu_{3327}^{ep} = AL_{337} = 1$ и $\mu_{3321}^{ep} = \mu_{3321}^e = 0$, $x_{3321}^{ep} = x_{3321}^e = 0,008$;

$$\begin{aligned} \underline{T}_{333}^{ep} &= \{ \bigcup_{g=1}^{13} \mu_{333g}^{ep} / x_{333g}^{ep} \} = \{ \mu_{3331}^{ep} / x_{3331}^{ep}, \mu_{3332}^{ep} / x_{3332}^{ep}, \\ &\mu_{3333}^{ep} / x_{3333}^{ep}, \mu_{3334}^{ep} / x_{3334}^{ep}, \mu_{3335}^{ep} / x_{3335}^{ep}, \mu_{3336}^{ep} / x_{3336}^{ep}, \\ &\mu_{3337}^{ep} / x_{3337}^{ep}, \mu_{3338}^{ep} / x_{3338}^{ep}, \mu_{3339}^{ep} / x_{3339}^{ep}, \mu_{333(10)}^{ep} / x_{333(10)}^{ep}, \\ &\mu_{333(11)}^{ep} / x_{333(11)}^{ep}, \mu_{333(12)}^{ep} / x_{333(12)}^{ep}, \mu_{333(13)}^{ep} / x_{333(13)}^{ep} \}, \end{aligned}$$

где $\mu_{3331}^{ep} = \mu_{333(13)}^{ep} = AL_{331} = 0$, $\mu_{3332}^{ep} = \mu_{333(12)}^{ep} = AL_{332} = 0,2$, $\mu_{3333}^{ep} = \mu_{333(11)}^{ep} = AL_{333} = 0,3$, $\mu_{3334}^{ep} = \mu_{333(10)}^{ep} = AL_{334} = 0,4$, $\mu_{3335}^{ep} = \mu_{3339}^{ep} = AL_{335} = 0,6$, $\mu_{3336}^{ep} = \mu_{3338}^{ep} = AL_{336} = 0,7$, $\mu_{3337}^{ep} = \mu_{3337}^{ep} = AL_{337} = 1$ и $\mu_{3331}^{ep} = \mu_{3331}^e = 0$, $x_{3331}^{ep} = x_{3331}^e = 0,008$;

$$\begin{aligned} \underline{T}_{334}^{ep} &= \{ \bigcup_{g=1}^{13} \mu_{334g}^{ep} / x_{334g}^{ep} \} = \{ \mu_{3341}^{ep} / x_{3341}^{ep}, \mu_{3342}^{ep} / x_{3342}^{ep}, \\ &\mu_{3343}^{ep} / x_{3343}^{ep}, \mu_{3344}^{ep} / x_{3344}^{ep}, \mu_{3345}^{ep} / x_{3345}^{ep}, \mu_{3346}^{ep} / x_{3346}^{ep}, \end{aligned}$$

$$\mu_{3347}^{ep} / x_{3347}^{ep}, \mu_{3348}^{ep} / x_{3348}^{ep}, \mu_{3349}^{ep} / x_{3349}^{ep}, \mu_{334(10)}^{ep} / x_{334(10)}^{ep}, \mu_{334(11)}^{ep} / x_{334(11)}^{ep}, \mu_{334(12)}^{ep} / x_{334(12)}^{ep}, \mu_{334(13)}^{ep} / x_{334(13)}^{ep},$$

ГДЕ $\mu_{3341}^{ep} = \mu_{334(13)}^{ep} = AL_{331} = 0$, $\mu_{3342}^{ep} = \mu_{334(12)}^{ep} = AL_{332} = 0,2$, $\mu_{3343}^{ep} = \mu_{334(11)}^{ep} = AL_{333} = 0,3$, $\mu_{3344}^{ep} = \mu_{334(10)}^{ep} = AL_{334} = 0,4$, $\mu_{3345}^{ep} = \mu_{3349}^{ep} = AL_{335} = 0,6$, $\mu_{3346}^{ep} = \mu_{3348}^{ep} = AL_{336} = 0,7$, $\mu_{3347}^{ep} = \mu_{3347}^{ep} = AL_{337} = 1$ И $\mu_{3341}^{ep} = \mu_{3341}^e = 0$, $x_{3341}^{ep} = x_{3341}^e = 0,063$;

$$\underline{T}_{335}^{ep} = \left\{ \bigcup_{g=1}^{13} \mu_{335g}^{ep} / x_{335g}^{ep} \right\} = \left\{ \mu_{3351}^{ep} / x_{3351}^{ep}, \mu_{3352}^{ep} / x_{3352}^{ep}, \mu_{3353}^{ep} / x_{3353}^{ep}, \mu_{3354}^{ep} / x_{3354}^{ep}, \mu_{3355}^{ep} / x_{3355}^{ep}, \mu_{3356}^{ep} / x_{3356}^{ep}, \mu_{3357}^{ep} / x_{3357}^{ep}, \mu_{3358}^{ep} / x_{3358}^{ep}, \mu_{3359}^{ep} / x_{3359}^{ep}, \mu_{335(10)}^{ep} / x_{335(10)}^{ep}, \mu_{335(11)}^{ep} / x_{335(11)}^{ep}, \mu_{335(12)}^{ep} / x_{335(12)}^{ep}, \mu_{335(13)}^{ep} / x_{335(13)}^{ep} \right\},$$

ГДЕ $\mu_{3351}^{ep} = \mu_{335(13)}^{ep} = AL_{331} = 0$, $\mu_{3352}^{ep} = \mu_{335(12)}^{ep} = AL_{332} = 0,2$, $\mu_{3353}^{ep} = \mu_{335(11)}^{ep} = AL_{333} = 0,3$, $\mu_{3354}^{ep} = \mu_{335(10)}^{ep} = AL_{334} = 0,4$, $\mu_{3355}^{ep} = \mu_{3359}^{ep} = AL_{335} = 0,6$, $\mu_{3356}^{ep} = \mu_{3358}^{ep} = AL_{336} = 0,7$, $\mu_{3357}^{ep} = \mu_{3357}^{ep} = AL_{337} = 1$ И $\mu_{3351}^{ep} = \mu_{3351}^e = 0$, $x_{3351}^{ep} = x_{3351}^e = 0,25$.

Формирование номинализованного текущего НЧ осуществляется аналогичным образом с

$$\text{учетом (6), т.е. } \underline{P}_{33}^p = \left\{ \bigcup_{g=1}^{13} \mu_{33g}^p / x_{33g}^p \right\} = \left\{ \mu_{331}^p / x_{331}^p, \mu_{332}^p / x_{332}^p, \mu_{333}^p / x_{333}^p, \mu_{334}^p / x_{334}^p, \mu_{335}^p / x_{335}^p, \mu_{336}^p / x_{336}^p, \mu_{337}^p / x_{337}^p, \mu_{338}^p / x_{338}^p, \mu_{339}^p / x_{339}^p, \mu_{33(10)}^p / x_{33(10)}^p, \mu_{33(11)}^p / x_{33(11)}^p, \mu_{33(12)}^p / x_{33(12)}^p, \mu_{33(13)}^p / x_{33(13)}^p \right\},$$

ГДЕ $\mu_{331}^p = \mu_{33(13)}^p = AL_{331} = 0$, $\mu_{332}^p = \mu_{33(12)}^p = AL_{332} = 0,2$, $\mu_{333}^p = \mu_{33(11)}^p = AL_{333} = 0,3$, $\mu_{334}^p = \mu_{33(10)}^p = AL_{334} = 0,4$, $\mu_{335}^p = \mu_{339}^p = AL_{335} = 0,6$, $\mu_{336}^p = \mu_{338}^p = AL_{336} = 0,7$, $\mu_{337}^p = \mu_{337}^p = AL_{337} = 1$ И $\mu_{331}^p = \mu_{331}^e = 0$, $x_{331}^p = x_{331}^e = 0,095$.

Далее, при $i = \overline{3}$, $j = \overline{6}$, $\pi = \overline{5}$, $s = \overline{1,3}$, $r = \overline{3}$, $z = 2 \cdot 5 - 1 = 9$, $g = \overline{1,9}$, с учетом (5), сформируем, преобразованные эталонные \underline{T}_{361}^{ep} , \underline{T}_{362}^{ep} , \underline{T}_{363}^{ep} и соответствующее номинализованное текущее НЧ \underline{P}_{36}^p отображающие $P_{ij} = P_{36} = P_{СРКПОА}$ в следующем виде:

$$\underline{T}_{361}^{ep} = \left\{ \bigcup_{g=1}^9 \mu_{361g}^{ep} / x_{361g}^{ep} \right\} = \left\{ \mu_{3611}^{ep} / x_{3611}^{ep}, \mu_{3612}^{ep} / x_{3612}^{ep}, \mu_{3613}^{ep} / x_{3613}^{ep}, \mu_{3614}^{ep} / x_{3614}^{ep}, \mu_{3615}^{ep} / x_{3615}^{ep}, \mu_{3616}^{ep} / x_{3616}^{ep}, \mu_{3617}^{ep} / x_{3617}^{ep}, \mu_{3618}^{ep} / x_{3618}^{ep}, \mu_{3619}^{ep} / x_{3619}^{ep} \right\},$$

ГДЕ $\mu_{3611}^{ep} = \mu_{3619}^{ep} = AL_{361} = 0$, $\mu_{3612}^{ep} = \mu_{3618}^{ep} = AL_{362} = 0,2$, $\mu_{3613}^{ep} =$

$$\mu_{3617}^{ep} = AL_{363} = 0,5, \mu_{3614}^{ep} = \mu_{3616}^{ep} = AL_{364} = 0,7, \mu_{3615}^{ep} = \mu_{3615}^{ep} = AL_{365} = 1 \text{ И } \mu_{3611}^{ep} = \mu_{3611}^e = 0, x_{3611}^{ep} = x_{3611}^e = 0,01;$$

$$\underline{T}_{362}^{ep} = \left\{ \bigcup_{g=1}^9 \mu_{362g}^{ep} / x_{362g}^{ep} \right\} = \left\{ \mu_{3621}^{ep} / x_{3621}^{ep}, \mu_{3622}^{ep} / x_{3622}^{ep}, \mu_{3623}^{ep} / x_{3623}^{ep}, \mu_{3624}^{ep} / x_{3624}^{ep}, \mu_{3625}^{ep} / x_{3625}^{ep}, \mu_{3626}^{ep} / x_{3626}^{ep}, \mu_{3627}^{ep} / x_{3627}^{ep}, \mu_{3628}^{ep} / x_{3628}^{ep}, \mu_{3629}^{ep} / x_{3629}^{ep} \right\},$$

ГДЕ $\mu_{3621}^{ep} = \mu_{3629}^{ep} = AL_{361} = 0$, $\mu_{3622}^{ep} = \mu_{3628}^{ep} = AL_{362} = 0,2$, $\mu_{3623}^{ep} = \mu_{3627}^{ep} = AL_{363} = 0,5$, $\mu_{3624}^{ep} = \mu_{3626}^{ep} = AL_{364} = 0,7$, $\mu_{3625}^{ep} = \mu_{3625}^{ep} = AL_{365} = 1$ И $\mu_{3621}^{ep} = \mu_{3621}^e = 0$, $x_{3621}^{ep} = x_{3621}^e = 0,01$;

$$\underline{T}_{363}^{ep} = \left\{ \bigcup_{g=1}^9 \mu_{363g}^{ep} / x_{363g}^{ep} \right\} = \left\{ \mu_{3631}^{ep} / x_{3631}^{ep}, \mu_{3632}^{ep} / x_{3632}^{ep}, \mu_{3633}^{ep} / x_{3633}^{ep}, \mu_{3634}^{ep} / x_{3634}^{ep}, \mu_{3635}^{ep} / x_{3635}^{ep}, \mu_{3636}^{ep} / x_{3636}^{ep}, \mu_{3637}^{ep} / x_{3637}^{ep}, \mu_{3638}^{ep} / x_{3638}^{ep}, \mu_{3639}^{ep} / x_{3639}^{ep} \right\},$$

ГДЕ $\mu_{3631}^{ep} = \mu_{3639}^{ep} = AL_{361} = 0$, $\mu_{3632}^{ep} = \mu_{3638}^{ep} = AL_{362} = 0,2$, $\mu_{3633}^{ep} = \mu_{3637}^{ep} = AL_{363} = 0,5$, $\mu_{3634}^{ep} = \mu_{3636}^{ep} = AL_{364} = 0,7$, $\mu_{3635}^{ep} = \mu_{3635}^{ep} = AL_{365} = 1$ И $\mu_{3631}^{ep} = \mu_{3631}^e = 0$, $x_{3631}^{ep} = x_{3631}^e = 0,01$.

Далее, с учетом (6), сформируем номинали-

$$\text{зованное текущее НЧ } \underline{P}_{36}^p = \left\{ \bigcup_{g=1}^9 \mu_{36g}^p / x_{36g}^p \right\} =$$

$$\left\{ \mu_{361}^p / x_{361}^p, \mu_{362}^p / x_{362}^p, \mu_{363}^p / x_{363}^p, \mu_{364}^p / x_{364}^p, \mu_{365}^p / x_{365}^p, \mu_{366}^p / x_{366}^p, \mu_{367}^p / x_{367}^p, \mu_{368}^p / x_{368}^p, \mu_{369}^p / x_{369}^p \right\},$$

ГДЕ $\mu_{3631}^p = \mu_{3639}^p = AL_{361} = 0$, $\mu_{3632}^p = \mu_{3638}^p = AL_{362} = 0,2$, $\mu_{3633}^p = \mu_{3637}^p = AL_{363} = 0,5$, $\mu_{3634}^p = \mu_{3636}^p = AL_{364} = 0,7$, $\mu_{3635}^p = \mu_{3635}^p = AL_{365} = 1$ И $\mu_{3631}^p = \mu_{3631}^e = 0$, $x_{3631}^p = x_{3631}^e = 0,082$.

Шаг 2. Получение номинализованных эталонных НЧ $\underline{T}_{ijs}^{ep} = \underline{T}_{33s}^{ep}$ осуществляется на основе (7) посредством подмножества α -уровневых интервалов $AL_{ij}^{Ie} = AL_{33}^{Ie}$, состоящего из $r = 5$ членов и отображающего $T_{ij}^e = T_{33}^e$, т.е.

$$AL_{33}^{Ie} = \left\{ \bigcup_{s=1}^5 AL_{33s}^{Ie} \right\} = \{ AL_{331}^{Ie}, AL_{332}^{Ie}, AL_{333}^{Ie},$$

$$AL_{334}^{Ie}, AL_{335}^{Ie} \}, s = \overline{1,5}.$$

Согласно (9) при $r = 5$, для \underline{T}_{331}^e , \underline{T}_{332}^e , \underline{T}_{333}^e , \underline{T}_{334}^e и \underline{T}_{335}^e соответственно определяются $r_1 = 4$, $r_2 = 5$, $r_3 = 5$, $r_4 = 5$, $r_5 = 4$ (см. пример этапа 5 в [7]) и соответственно $b = \overline{1,3}$, $b = \overline{1,4}$, $b = \overline{1,4}$, $b = \overline{1,4}$ и $b = \overline{1,3}$. При этом (7) принимает вид:

$$\begin{aligned} \mathbf{AL}_{33}^{Ie} &= \left\{ \bigcup_{s=1}^5 \mathbf{AL}_{33s}^{Ie} \right\} = \left\{ \bigcup_{s=1}^5 \left\{ \bigcup_{b=1}^{r_s-1} \mathbf{AL}_{331b}^{Ie} \right\} \right\} = \{ \mathbf{AL}_{3311}^{Ie}, \\ &\mathbf{AL}_{3312}^{Ie}, \mathbf{AL}_{3313}^{Ie}, \{ \mathbf{AL}_{3321}^{Ie}, \mathbf{AL}_{3322}^{Ie}, \mathbf{AL}_{3323}^{Ie}, \\ &\mathbf{AL}_{3324}^{Ie} \}, \{ \mathbf{AL}_{3331}^{Ie}, \mathbf{AL}_{3332}^{Ie}, \mathbf{AL}_{3333}^{Ie}, \mathbf{AL}_{3334}^{Ie} \}, \\ &\{ \mathbf{AL}_{3341}^{Ie}, \mathbf{AL}_{3342}^{Ie}, \mathbf{AL}_{3343}^{Ie}, \mathbf{AL}_{3344}^{Ie} \}, \{ \mathbf{AL}_{3351}^{Ie}, \\ &\mathbf{AL}_{3352}^{Ie}, \mathbf{AL}_{3353}^{Ie} \}. \end{aligned}$$

На основе (10) при $r_1 = 4$, а $\mu_{331\max}^e = \bigvee_{q=1}^{r_1} \mu_{331q}^e = \mu_{3311}^e \vee \mu_{3312}^e \vee \mu_{3313}^e \vee \mu_{3314}^e = 0 \vee 1 \vee 0,3 \vee 0 = \mu_{3312}^e = 1$ и с учетом того, что: $r = 1$, $r_1 = 1$, $c = \overline{1, k_1}$, $k_1 = 6$ и одновременного выполнения условий $\mu_{3311}^e < \mathbf{AL}_{3311c}^{Ie} \leq \mu_{3312}^e$ ($0 < \mathbf{AL}_{3311c}^{Ie} \leq 1$) и $x_{3312}^e \leq x_{331\max}^e$ ($0,008 \leq 0,008$) сформируем $\mathbf{AL}_{3311}^{Ie} = \left\{ \bigcup_{c=1}^{k_1} \mathbf{AL}_{3311c}^{Ie} \right\} = \{ \mathbf{AL}_{33111}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33112}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33113}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33114}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33115}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33116}^{Ie} \} = \{ 0,2; 0,3; 0,4; 0,6; 0,7; 1 \}$; $r = 1$, $r_2 = 2$, $c = \overline{1, k_2}$, $k_2 = 4$ и $(\mu_{3312}^e > \mathbf{AL}_{3312c}^{Ie} \geq \mu_{3313}^e) \wedge (x_{3313}^e \geq x_{331\max}^e)$ (т.е. $(1 > \mathbf{AL}_{3312c}^{Ie} \geq 0,3) \wedge (0,063 \geq 0,008)$) сформируем $\mathbf{AL}_{3312}^{Ie} = \left\{ \bigcup_{c=1}^{k_2} \mathbf{AL}_{3312c}^{Ie} \right\} = \{ \mathbf{AL}_{33121}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33122}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33123}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33124}^{Ie} \} = \{ 0,7; 0,6; 0,4; 0,3 \}$; $r = 1$, $r_3 = 3$, $c = \overline{1, k_3}$, $k_3 = 2$ и $(\mu_{3313}^e > \mathbf{AL}_{3313c}^{Ie} \geq \mu_{3314}^e) \wedge (x_{3314}^e \geq x_{331\max}^e)$ ($(0,3 > \mathbf{AL}_{3313c}^{Ie} \geq 0) \wedge (0,25 \geq 0,008)$) определим $\mathbf{AL}_{3313}^{Ie} = \left\{ \bigcup_{c=1}^{k_3} \mathbf{AL}_{3313c}^{Ie} \right\} = \{ \mathbf{AL}_{33131}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33132}^{Ie} \} = \{ 0,2; 0 \}$.

Далее при $\mu_{332\max}^e = \mu_{3323}^e = 1$ и с учетом того, что: $r = 2$, $r_1 = 1$, $c = \overline{1, k_1}$, $k_1 = 4$ и $(\mu_{3321}^e < \mathbf{AL}_{3321c}^{Ie} \leq \mu_{3322}^e) \wedge (x_{3322}^e \leq x_{332\max}^e)$ ($(0 < \mathbf{AL}_{3321c}^{Ie} \leq 0,6) \wedge (0,008 \leq 0,063)$) сформируем $\mathbf{AL}_{3321}^{Ie} = \left\{ \bigcup_{c=1}^{k_1} \mathbf{AL}_{3321c}^{Ie} \right\} = \{ \mathbf{AL}_{33211}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33212}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33213}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33214}^{Ie} \} = \{ 0,2; 0,3; 0,4; 0,6 \}$; $r = 2$, $r_2 = 2$, $c = \overline{1, k_2}$, $k_2 = 2$ и $(\mu_{3322}^e < \mathbf{AL}_{3322c}^{Ie} \leq \mu_{3323}^e) \wedge (x_{3323}^e \leq x_{332\max}^e)$ ($(0,6 < \mathbf{AL}_{3322c}^{Ie} \leq 1) \wedge (0,063 \leq 0,063)$) определим $\mathbf{AL}_{3322}^{Ie} = \left\{ \bigcup_{c=1}^{k_2} \mathbf{AL}_{3322c}^{Ie} \right\} = \{ \mathbf{AL}_{33221}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33222}^{Ie} \} = \{ 0,7; 1 \}$; $r = 2$, $r_3 = 3$, $c = \overline{1, k_3}$, $k_3 = 5$ и $(\mu_{3323}^e > \mathbf{AL}_{3323c}^{Ie} \geq \mu_{3324}^e) \wedge (x_{3324}^e \geq x_{332\max}^e)$ ($(1 > \mathbf{AL}_{3323c}^{Ie} \geq 0,2) \wedge (0,25 \geq 0,063)$) сформируем $\mathbf{AL}_{3323}^{Ie} = \left\{ \bigcup_{c=1}^{k_3} \mathbf{AL}_{3323c}^{Ie} \right\} = \{ \mathbf{AL}_{33231}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33232}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33233}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33234}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33235}^{Ie} \} = \{ 0,7; 0,6; 0,4; 0,3; 0,2 \}$; $r = 2$, $r_4 = 4$, $c = \overline{1, k_4}$, $k_4 = 1$ и $(\mu_{3324}^e > \mathbf{AL}_{3324c}^{Ie} \geq \mu_{3325}^e) \wedge (x_{3325}^e \geq x_{332\max}^e)$ ($(0,2 >$

$$\mathbf{AL}_{3324c}^{Ie} \geq 1) \wedge (0,5 \geq 0,063)) \text{ определим } \mathbf{AL}_{3324}^{Ie} = \left\{ \bigcup_{c=1}^{k_4} \mathbf{AL}_{3324c}^{Ie} \right\} = \{ \mathbf{AL}_{33241}^{Ie} \} = \{ 0 \}.$$

Сформируем \mathbf{AL}_{3331}^{Ie} , \mathbf{AL}_{3332}^{Ie} , \mathbf{AL}_{3333}^{Ie} , \mathbf{AL}_{3334}^{Ie} при $\mu_{333\max}^e = \mu_{3333}^e = 1$ и с учетом того, что: $r = 3$, $r_1 = 1$, $c = \overline{1, k_1}$, $k_1 = 3$, $(\mu_{3331}^e < \mathbf{AL}_{3331c}^{Ie} \leq \mu_{3332}^e) \wedge (x_{3332}^e \leq x_{333\max}^e)$ ($0 < \mathbf{AL}_{3331c}^{Ie} \leq 0,4) \wedge (0,063 \leq 0,25)$), то $\mathbf{AL}_{3331}^{Ie} = \left\{ \bigcup_{c=1}^{k_1} \mathbf{AL}_{3331c}^{Ie} \right\} = \{ \mathbf{AL}_{33311}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33312}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33313}^{Ie} \} = \{ 0,2; 0,3; 0,4 \}$; $r = 3$, $r_2 = 2$, $c = \overline{1, k_2}$, $k_2 = 3$, $(\mu_{3332}^e < \mathbf{AL}_{3332c}^{Ie} \leq \mu_{3333}^e) \wedge (x_{3333}^e \leq x_{333\max}^e)$ ($(0,4 < \mathbf{AL}_{3332c}^{Ie} \leq 1) \wedge (0,25 \leq 0,25)$), то $\mathbf{AL}_{3332}^{Ie} = \left\{ \bigcup_{c=1}^{k_2} \mathbf{AL}_{3332c}^{Ie} \right\} = \{ \mathbf{AL}_{33321}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33322}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33323}^{Ie} \} = \{ 0,6; 0,7; 1 \}$; $r = 3$, $r_3 = 3$, $c = \overline{1, k_3}$, $k_3 = 4$, $(\mu_{3333}^e > \mathbf{AL}_{3333c}^{Ie} \geq \mu_{3334}^e) \wedge (x_{3334}^e \geq x_{333\max}^e)$ ($(1 > \mathbf{AL}_{3333c}^{Ie} \geq 0,3) \wedge (0,5 \geq 0,25)$), то $\mathbf{AL}_{3333}^{Ie} = \left\{ \bigcup_{c=1}^{k_3} \mathbf{AL}_{3333c}^{Ie} \right\} = \{ \mathbf{AL}_{33331}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33332}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33333}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33334}^{Ie} \} = \{ 0,7; 0,6; 0,4; 0,3 \}$; $r = 3$, $r_4 = 4$, $c = \overline{1, k_4}$, $k_4 = 2$, $(\mu_{3334}^e > \mathbf{AL}_{3334c}^{Ie} \geq \mu_{3335}^e) \wedge (x_{3335}^e \geq x_{333\max}^e)$ ($(0,3 > \mathbf{AL}_{3334c}^{Ie} \geq 1) \wedge (1 \geq 0,25)$), то $\mathbf{AL}_{3334}^{Ie} = \left\{ \bigcup_{c=1}^{k_4} \mathbf{AL}_{3334c}^{Ie} \right\} = \{ \mathbf{AL}_{33341}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33342}^{Ie} \} = \{ 0,2; 0 \}$.

Формирование членов подмножеств \mathbf{AL}_{3341}^{Ie} , \mathbf{AL}_{3342}^{Ie} , \mathbf{AL}_{3343}^{Ie} , \mathbf{AL}_{3344}^{Ie} при $\mu_{334\max}^e = \mu_{3343}^e = 1$ и с учетом того, что: $r = 4$, $r_1 = 1$, $c = \overline{1, k_1}$, $k_1 = 4$, $(\mu_{3341}^e < \mathbf{AL}_{3341c}^{Ie} \leq \mu_{3342}^e) \wedge (x_{3342}^e \leq x_{334\max}^e)$ ($(0 < \mathbf{AL}_{3341c}^{Ie} \leq 0,6) \wedge (0,25 \leq 0,5)$), то $\mathbf{AL}_{3341}^{Ie} = \left\{ \bigcup_{c=1}^{k_1} \mathbf{AL}_{3341c}^{Ie} \right\} = \{ \mathbf{AL}_{33411}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33412}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33413}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33414}^{Ie} \} = \{ 0,2; 0,3; 0,4; 0,6 \}$; $r = 4$, $r_2 = 2$, $c = \overline{1, k_2}$, $k_2 = 2$, $(\mu_{3342}^e < \mathbf{AL}_{3342c}^{Ie} \leq \mu_{3343}^e) \wedge (x_{3343}^e \leq x_{334\max}^e)$ ($(0,6 < \mathbf{AL}_{3342c}^{Ie} \leq 1) \wedge (0,5 \leq 0,5)$), то $\mathbf{AL}_{3342}^{Ie} = \left\{ \bigcup_{c=1}^{k_2} \mathbf{AL}_{3342c}^{Ie} \right\} = \{ \mathbf{AL}_{33421}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33422}^{Ie} \} = \{ 0,7; 1 \}$; $r = 4$, $r_3 = 3$, $c = \overline{1, k_3}$, $k_3 = 1$, $(\mu_{3343}^e > \mathbf{AL}_{3343c}^{Ie} \geq \mu_{3344}^e) \wedge (x_{3344}^e \geq x_{334\max}^e)$ ($(1 > \mathbf{AL}_{3343c}^{Ie} \geq 0,7) \wedge (1 \geq 0,5)$), то $\mathbf{AL}_{3343}^{Ie} = \left\{ \bigcup_{c=1}^{k_3} \mathbf{AL}_{3343c}^{Ie} \right\} = \{ \mathbf{AL}_{33431}^{Ie} \} = \{ 0,7 \}$; $r = 4$, $r_4 = 4$, $c = \overline{1, k_4}$, $k_4 = 5$, $\mu_{3344}^e > \mathbf{AL}_{3344c}^{Ie} \geq \mu_{3345}^e) \wedge (x_{3345}^e \geq x_{334\max}^e)$ ($(0,7 > \mathbf{AL}_{3344c}^{Ie} \geq 1) \wedge (1 \geq 0,5)$), то $\mathbf{AL}_{3344}^{Ie} = \left\{ \bigcup_{c=1}^{k_4} \mathbf{AL}_{3344c}^{Ie} \right\} = \{ \mathbf{AL}_{33441}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33442}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33443}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33444}^{Ie}, \mathbf{AL}_{33445}^{Ie} \} = \{ 0,6; 0,4; 0,3; 0,2; 0 \}$.

И, наконец, при $\mu_{335\max}^e = \mu_{3353}^e = 1$ и с учетом того, что: $r = 5$, $r_1 = 1$, $c = \overline{1, k_1}$, $k_1 = 4$, $(\mu_{3351}^e < AL_{3351c}^e \leq \mu_{3352}^e) \wedge (x_{3352}^e \leq x_{335\max}^e) ((0 < AL_{3351c}^e \leq 0,6) \wedge (0,5 \leq 1))$, то $AL_{3351}^{Ie} = \{\bigcup_{c=1}^{k_1} AL_{3351c}^{Ie}\} = \{AL_{33511}^{Ie}, AL_{33512}^{Ie}, AL_{33513}^{Ie}, AL_{33514}^{Ie}\} = \{0,2; 0,3; 0,4; 0,6\}$; $r = 5$, $r_2 = 2$, $c = \overline{1, k_2}$, $k_2 = 2$, $(\mu_{3352}^e < AL_{3352c}^e \leq \mu_{3353}^e) \wedge (x_{3353}^e \leq x_{335\max}^e) ((0,6 < AL_{3352c}^e \leq 1) \wedge (1 \leq 1))$, то $AL_{3352}^{Ie} = \{\bigcup_{c=1}^{k_2} AL_{3352c}^{Ie}\} = \{AL_{33521}^{Ie}, AL_{33522}^{Ie}\} = \{0,7; 1\}$; $r = 5$, $r_3 = 3$, $c = \overline{1, k_3}$, $k_3 = 6$, $(\mu_{3353}^e > AL_{3353c}^e \geq \mu_{3354}^e) \wedge (x_{3354}^e \geq x_{335\max}^e) ((1 > AL_{3353c}^e \geq 1) \wedge (1 \geq 1))$, то $AL_{3353}^{Ie} = \{\bigcup_{c=1}^{k_3} AL_{3353c}^{Ie}\} = \{AL_{33531}^{Ie}, AL_{33532}^{Ie}, AL_{33533}^{Ie}, AL_{33534}^{Ie}, AL_{33535}^{Ie}, AL_{33536}^{Ie}\} = \{0,7; 0,6; 0,4; 0,3; 0,2; 0\}$.

С учетом определенных значений представим (9) в следующем виде:

$$AL_{33}^{Ie} = \{\bigcup_{s=1}^r AL_{331}^{Ie}\} = \{\bigcup_{s=1}^r \{\bigcup_{b=1}^{r_s-1} \{\bigcup_{c=1}^{k_b} AL_{33sbc}^{Ie}\}\}\} = \{\{\{AL_{33111}^{Ie}, AL_{33112}^{Ie}, AL_{33113}^{Ie}, AL_{33114}^{Ie}, AL_{33115}^{Ie}, AL_{33116}^{Ie}\}, \{AL_{33121}^{Ie}, AL_{33122}^{Ie}, AL_{33123}^{Ie}, AL_{33124}^{Ie}\}, \{AL_{33131}^{Ie}, AL_{33132}^{Ie}\}\}, \{\{AL_{33211}^{Ie}, AL_{33212}^{Ie}, AL_{33213}^{Ie}, AL_{33214}^{Ie}\}, \{AL_{33221}^{Ie}, AL_{33222}^{Ie}\}, \{AL_{33231}^{Ie}, AL_{33232}^{Ie}, AL_{33233}^{Ie}, AL_{33234}^{Ie}, AL_{33235}^{Ie}\}, \{AL_{33241}^{Ie}\}\}, \{\{AL_{33311}^{Ie}, AL_{33312}^{Ie}, AL_{33313}^{Ie}\}, \{AL_{33321}^{Ie}, AL_{33322}^{Ie}, AL_{33323}^{Ie}\}, \{AL_{33331}^{Ie}, AL_{33332}^{Ie}, AL_{33333}^{Ie}, AL_{33334}^{Ie}\}, \{AL_{33341}^{Ie}, AL_{33342}^{Ie}\}, \{\{AL_{33411}^{Ie}, AL_{33412}^{Ie}, AL_{33413}^{Ie}, AL_{33414}^{Ie}\}, \{AL_{33421}^{Ie}, AL_{33422}^{Ie}\}, \{AL_{33431}^{Ie}\}, \{AL_{33451}^{Ie}, AL_{33452}^{Ie}, AL_{33453}^{Ie}, AL_{33454}^{Ie}, AL_{33455}^{Ie}\}\}, \{\{AL_{33511}^{Ie}, AL_{33512}^{Ie}, AL_{33513}^{Ie}, AL_{33514}^{Ie}\}, \{AL_{33521}^{Ie}, AL_{33522}^{Ie}\}, \{AL_{33531}^{Ie}, AL_{33532}^{Ie}, AL_{33533}^{Ie}, AL_{33534}^{Ie}, AL_{33535}^{Ie}, AL_{33536}^{Ie}\}\}\} = \{\{\{0,2; 0,3; 0,4; 0,6; 0,7; 1\}, \{0,7; 0,6; 0,4; 0,3\}, \{0,2; 0\}\}, \{\{0,2; 0,3; 0,4; 0,6\}, \{0,7; 1\}, \{0,7; 0,6; 0,4; 0,3; 0,2\}, \{0\}\}, \{\{0,2; 0,3; 0,4\}, \{0,6; 0,7; 1\}, \{0,7; 0,6; 0,4; 0,3\}, \{0,2; 0\}\}, \{\{0,2; 0,3; 0,4; 0,6\}, \{0,7; 1\}, \{0,7\}, \{0,6; 0,4; 0,3; 0,2; 0\}\}, \{\{0,2; 0,3; 0,4; 0,6\}, \{0,7; 1\}, \{0,7; 0,6; 0,4; 0,3; 0,2; 0\}\}\}.$$

Далее, аналогичным способом, получение номинализированных эталонных НЧ $\underline{T}_{ijs}^{ep} = \underline{T}_{36s}^{ep}$ осуществляется на основе (7) посредством подмножества α -уровневых интервалов $AL_{ij}^{Ie} = AL_{36}^{Ie}$,

состоящего из $r = 3$ членов и отображающего $T_{ij}^e = T_{36}^e$, т.е.

$$AL_{36}^{Ie} = \{\bigcup_{s=1}^3 AL_{36s}^{Ie}\} = \{AL_{361}^{Ie}, AL_{362}^{Ie}, AL_{363}^{Ie}\}, s = \overline{1,3}.$$

Согласно (9) при $r = 3$, для $\underline{T}_{361}^e, \underline{T}_{362}^e, \underline{T}_{363}^e$ соответственно определяются $r_1 = 4$, $r_2 = 5$, $r_3 = 4$ [8] и $b = \overline{1,3}$, $b = \overline{1,4}$, $b = \overline{1,3}$. При этом (7) принимает вид

$$AL_{36}^{Ie} = \{\bigcup_{s=1}^3 AL_{36s}^{Ie}\} = \{\bigcup_{s=1}^3 \{\bigcup_{b=1}^{r_s-1} AL_{361b}^{Ie}\}\} = \{AL_{3611}^{Ie}, AL_{3612}^{Ie}, AL_{3613}^{Ie}\}, \{AL_{3621}^{Ie}, AL_{3622}^{Ie}, AL_{3623}^{Ie}, AL_{3624}^{Ie}\}, \{AL_{3631}^{Ie}, AL_{3632}^{Ie}, AL_{3633}^{Ie}\}.$$

Аналогично предыдущему примеру, с учетом (10), по выражению (9) получим

$$AL_{36}^{Ie} = \{\bigcup_{s=1}^r AL_{361}^{Ie}\} = \{\bigcup_{s=1}^r \{\bigcup_{b=1}^{r_s-1} \{\bigcup_{c=1}^{k_b} AL_{36sbc}^{Ie}\}\}\} = \{\{\{AL_{36111}^{Ie}, AL_{36112}^{Ie}, AL_{36113}^{Ie}, AL_{36114}^{Ie}\}, \{AL_{36121}^{Ie}, AL_{36122}^{Ie}, AL_{36123}^{Ie}\}, \{AL_{36131}^{Ie}\}\}, \{\{AL_{36211}^{Ie}, AL_{36212}^{Ie}, \{AL_{36221}^{Ie}, AL_{36222}^{Ie}\}, \{AL_{36231}^{Ie}\}, \{AL_{36241}^{Ie}, AL_{36242}^{Ie}, AL_{36243}^{Ie}\}\}, \{\{AL_{36311}^{Ie}, AL_{36312}^{Ie}\}, \{AL_{36321}^{Ie}, AL_{36322}^{Ie}\}, \{AL_{36331}^{Ie}, AL_{36332}^{Ie}, AL_{36333}^{Ie}, AL_{36334}^{Ie}\}\}\} = \{\{\{0,2; 0,5; 0,7; 1\}, \{0,7; 0,5; 0,2\}, \{1\}\}, \{\{0,2; 0,5\}, \{0,7; 1\}, \{0,7\}, \{0,5; 0,2; 1\}\}, \{\{0,2; 0,5\}, \{0,7; 1\}, \{0,7; 0,5; 0,2; 1\}\}\}.$$

Шаг 3. Формирование номинализированного текущего НЧ $\underline{P}_{ij}^p = \underline{P}_{33}^p$ согласно (12) при

$$\rho = 5, \quad \mu_{33\max}^p = \bigvee_{q=1}^{\rho} \mu_{33q}^p = \mu_{331}^p \vee \mu_{332}^p \vee \mu_{333}^p \vee \mu_{334}^p \vee \mu_{335}^p = 0 \vee 0,4 \vee 1 \vee 0,2 \vee 0 = \mu_{333}^p = 1$$

и с учетом того, что: $r_1 = 1$, $c = \overline{1, k_1}$, $k_1 = 3$ и одновременного выполнения условий $(\mu_{331}^p < AL_{331c}^p \leq \mu_{332}^p) \wedge (x_{332}^p \leq x_{33\max}^p) ((0 < AL_{331c}^p \leq 0,4) \wedge (0,095 \leq 0,28))$

определим $AL_{331}^{Ip} = \{\bigcup_{c=1}^{k_1} AL_{331c}^{Ip}\} = \{AL_{3311}^{Ip}, AL_{3312}^{Ip}, AL_{3313}^{Ip}\} = \{0,2; 0,3; 0,4\}$; $r_2 = 2$, $c = \overline{1, k_2}$, $k_2 = 3$, $(\mu_{332}^p < AL_{332c}^p \leq \mu_{333}^p) \wedge (x_{333}^p \leq x_{33\max}^p) ((0,4 < AL_{332c}^p \leq 1) \wedge (0,28 \leq 0,28))$, то $AL_{332}^{Ip} = \{\bigcup_{c=1}^{k_2} AL_{332c}^{Ip}\} = \{AL_{3321}^{Ip}, AL_{3322}^{Ip}, AL_{3323}^{Ip}\} = \{0,6; 0,7; 1\}$; $r_3 = 3$, $c = \overline{1, k_3}$, $k_3 = 5$, $(\mu_{333}^p > AL_{333c}^p \geq \mu_{334}^p) \wedge (x_{334}^p \geq x_{33\max}^p) ((1 > AL_{333c}^p \geq 0,2) \wedge (0,58 \geq 0,28))$ то $AL_{333}^{Ip} =$

$\{ \bigcup_{c=1}^{k_3} AL_{333c}^{lp} \} = \{ AL_{3331}^{lp}, AL_{3332}^{lp}, AL_{3333}^{lp}, AL_{3334}^{lp} \}$
 $AL_{3335}^{lp} = \{ 0,7; 0,6; 0,4; 0,3; 0,2 \}; r_4 = 4, c = \overline{1, k_4},$
 $k_4 = 1, (\mu_{334} > AL_{334c}^{lp} \geq \mu_{335}) \wedge (x_{335} \geq x_{33max}) ((0,2 >$
 $AL_{334c}^{lp} \geq 1) \wedge (0,58 \geq 0,28)),$ то $AL_{334}^{lp} = \{ \bigcup_{c=1}^{k_4} AL_{334c}^{lp} \} =$
 $\{ AL_{3341}^{lp} \} = \{ 0 \},$ с учетом этих значений, будет иметь вид

$$AL_{33}^{lp} = \{ \bigcup_{b=1}^{\rho-1} \{ \bigcup_{c=1}^{k_b} AL_{33bc}^{lp} \} \} = \{ \{ AL_{3311}^{lp}, AL_{3312}^{lp}, AL_{3313}^{lp} \},$$
 $\{ AL_{3321}^{lp}, AL_{3322}^{lp}, AL_{3323}^{lp} \}, \{ AL_{3331}^{lp}, AL_{3332}^{lp}, AL_{3333}^{lp},$
 $AL_{3334}^{lp}, AL_{3335}^{lp} \}, \{ AL_{3341}^{lp} \} \} = \{ \{ 0,2; 0,3; 0,4 \},$
 $\{ 0,6; 0,7; 1 \}, \{ 0,7; 0,6; 0,4; 0,3; 0,2 \}, \{ 0 \} \}.$

По аналогии с примером для \underline{P}_{33}^p , формирование номинализированного текущего НЧ $\underline{P}_{ij}^p = \underline{P}_{36}^p$ реализуется на основе (13), т.е. $AL_{36}^{lp} = \{ \bigcup_{b=1}^{\rho-1} \{ \bigcup_{c=1}^{k_b} AL_{36bc}^{lp} \} \} = \{ \{ AL_{3611}^{lp}, AL_{3612}^{lp} \}, \{ AL_{3621}^{lp}, AL_{3622}^{lp},$
 $\{ AL_{3631}^{lp} \}, \{ AL_{3641}^{lp}, AL_{3642}^{lp}, AL_{3643}^{lp}, AL_{3644}^{lp} \} \} = \{ \{ 0,2;$
 $0,5 \}, \{ 0,7; 1 \}, \{ 0,7 \}, \{ 0,5; 0,2; 1 \} \}.$

Шаг 4. Вычисление значений x_{331g}^{ep} для преобразованных эталонных НЧ $\underline{T}_{331}^{ep} = \underline{OM}_{33}^{ep}, \underline{T}_{332}^{ep} = \underline{M}_{33}^{ep}, \underline{T}_{333}^{ep} = \underline{C}_{33}^{ep}, \underline{T}_{334}^{ep} = \underline{B}_{33}^{ep}$ и $\underline{T}_{335}^{ep} = \underline{OB}_{33}^{ep}$ с учетом (14) при $z = 13, g = 2, 13$ осуществляется на основе компонентов $\mu_{ijsg}^e / x_{ijsg}^e$ (см. пример к (14) в [7]), т.е. $\mu_{2311}^e = \mu_{3311}^{ep} = 0, \mu_{2312}^e = \mu_{3312}^{ep} = 1, x_{2311}^e = x_{3311}^{ep} = 0,008, x_{2312}^e = x_{3312}^{ep} = 0,008.$ Далее с учетом этих значений для $\mu_{3312}^{ep} = AL_{3312}^{le} = 0,2$ вычислим $x_{3312}^{ep} = x_{3311}^e + \frac{(\mu_{3312}^{ep} - \mu_{3311}^{ep})(x_{3312}^e - x_{3311}^e)}{\mu_{3312}^{ep} - \mu_{3311}^{ep}} = 0,008 + ((0,2 - 0) \cdot (0,008 - 0,008)) / (1 - 0) = 0,008.$

Аналогичным образом для $\mu_{3313}^{ep} = AL_{3313}^{le} = 0,3, \mu_{3314}^{ep} = AL_{3314}^{le} = 0,4, \mu_{3315}^{ep} = AL_{3315}^{le} = 0,6, \mu_{3316}^{ep} = AL_{3316}^{le} = 0,7, \mu_{3317}^{ep} = AL_{3317}^{le} = 1$ определим, что $x_{3313}^{ep} = x_{3314}^{ep} = x_{3315}^{ep} = x_{3316}^{ep} = x_{3317}^{ep} = 0,008.$

Далее при $\mu_{2312}^e = \mu_{3312}^{ep} = 1, \mu_{2313}^e = \mu_{3313}^{ep} = 0,3, x_{2312}^e = x_{3312}^{ep} = 0,008, x_{2313}^e = x_{3313}^{ep} = 0,063:$ для $\mu_{3318}^{ep} = AL_{3318}^{le} = 0,7$ вычислим $x_{3318}^{ep} = 0,008 + ((0,7 - 1) \cdot (0,063 - 0,008)) / (0,3 - 1) = 0,032;$ для $\mu_{3319}^{ep} = AL_{3319}^{le} = 0,6$ определим $x_{3319}^{ep} = 0,008 + ((0,6 - 1) \cdot (0,063 - 0,008)) / (0,3 - 1) = 0,039;$ для $\mu_{331(10)}^{ep} = AL_{331(10)}^{le} = 0,4$ вычислим $x_{331(10)}^{ep} = 0,008 + ((0,4 - 1) \cdot (0,063 - 0,008)) / (0,3 - 1) = 0,055;$ для $\mu_{331(11)}^{ep} =$

$AL_{331(11)}^{le} = 0,3$ определим $x_{331(11)}^{ep} = 0,008 + ((0,3 - 1) \cdot (0,063 - 0,008)) / (0,3 - 1) = 0,063.$

Далее при $\mu_{2313}^e = \mu_{3313}^{ep} = 0,3, \mu_{2314}^e = \mu_{3314}^{ep} = 0, x_{2313}^e = x_{3313}^{ep} = 0,063, x_{2314}^e = x_{3314}^{ep} = 0,25:$ для $\mu_{331(12)}^{ep} = AL_{331(12)}^{le} = 0,2$ вычислим $x_{331(12)}^{ep} = 0,063 + ((0,2 - 0,3) \cdot (0,25 - 0,063)) / (0 - 0,3) = 0,125;$ для $\mu_{331(13)}^{ep} = AL_{331(13)}^{le} = 0$ определим $x_{331(13)}^{ep} = 0,063 + ((0 - 0,3) \cdot (0,25 - 0,063)) / (0 - 0,3) = 0,$ а $\mu_{3311}^{ep} = \mu_{3311}^{le} = 0,008.$

Согласно (5) сформируем номинализированное эталонное НЧ $\underline{T}_{331}^{ep} = \underline{OM}_{33}^{ep} = \{ 0/0,008; 0,2/0,008; 0,3/0,008; 0,4/0,008; 0,6/0,008; 0,7/0,008; 1/0,008; 0,7/0,032; 0,6/0,039; 0,4/0,055; 0,3/0,063; 0,2/0,125; 0/0,25 \}.$

Аналогичным образом получим преобразованные эталонные НЧ $\underline{T}_{332}^{ep}, \underline{T}_{333}^{ep}, \underline{T}_{334}^{ep}$ и $\underline{T}_{335}^{ep},$ т.е.: $\underline{T}_{332}^{ep} = \underline{M}_{33}^{ep} = \{ 0/0,008; 0,2/0,008; 0,3/0,008; 0,4/0,008; 0,6/0,008; 0,7/0,022; 1/0,063; 0,7/0,133; 0,6/0,157; 0,4/0,203; 0,3/0,227; 0,2/0,25; 0/0,5 \};$
 $\underline{T}_{333}^{ep} = \underline{C}_{33}^{ep} = \{ 0/0,008; 0,2/0,036; 0,3/0,049; 0,4/0,063; 0,6/0,125; 0,7/0,157; 1/0,25; 0,7/0,357; 0,6/0,393; 0,4/0,464; 0,3/0,5; 0,2/0,667; 0/1 \};$
 $\underline{T}_{334}^{ep} = \underline{B}_{33}^{ep} = \{ 0/0,063; 0,2/0,125; 0,3/0,157; 0,4/0,188; 0,6/0,25; 0,7/0,313; 1/0,5; 0,7/1; 0,6/1; 0,4/1; 0,3/1; 0,2/1; 0/1 \};$
 $\underline{T}_{335}^{ep} = \underline{OB}_{33}^{ep} = \{ 0/0,25; 0,2/0,333; 0,3/0,375; 0,4/0,417; 0,6/0,5; 0,7/0,625; 1/1; 0,7/1; 0,6/1; 0,4/1; 0,3/1; 0,2/1; 0/1 \}.$

Вычисление значений x_{361g}^{ep} для номинализированных эталонных НЧ $\underline{T}_{361}^{ep} = \underline{M}_{36}^{ep}, \underline{T}_{362}^{ep} = \underline{C}_{36}^{ep}$ и $\underline{T}_{363}^{ep} = \underline{B}_{36}^{ep}$ с учетом (14) при $z = 9, g = 2, 9$ осуществляется на основе компонентов $\mu_{ijsg}^e / x_{ijsg}^e$ (см. [8]), т.е. $\mu_{3611}^e = 0, \mu_{3612}^e = 1, x_{3611}^e = 0,01, x_{3612}^e = 0,01.$ Далее с учетом этих значений для $\mu_{3612}^{ep} = AL_{3612}^{le} = 0,2$ вычислим $x_{3612}^{ep} = x_{3611}^e + ((\mu_{3612}^{ep} - \mu_{3611}^{ep}) \cdot (x_{3612}^e - x_{3611}^e)) / (\mu_{3612}^{ep} - \mu_{3611}^{ep}) = 0,01 + ((0,2 - 0) \cdot (0,01 - 0,01)) / (1 - 0) = 0,01.$ Аналогичным образом для $\mu_{3613}^{ep} = AL_{3613}^{le} = 0,5, \mu_{3614}^{ep} = AL_{3614}^{le} = 0,7, \mu_{3615}^{ep} = AL_{3615}^{le} = 1$ определим, что $x_{3613}^{ep} = x_{3614}^{ep} = x_{3615}^{ep} = 0,01.$

Далее при $\mu_{3612}^e = 1, \mu_{3613}^e = 0,2, x_{3612}^e = 0,01, x_{3613}^e = 0,1:$ для $\mu_{3616}^{ep} = AL_{3616}^{le} = 0,7$ вычислим $x_{3616}^{ep} = x_{3612}^e + ((\mu_{3616}^{ep} - \mu_{3612}^{ep}) \cdot (x_{3613}^e - x_{3612}^e)) / (\mu_{3616}^{ep} - \mu_{3612}^{ep}) = 0,01 + ((0,7 - 1) \cdot (0,1 - 0,01)) / (0,2 - 1) = 0,044;$ для $\mu_{3617}^{ep} = AL_{3617}^{le} = 0,5$ определим $x_{3617}^{ep} = x_{3612}^e + ((\mu_{3617}^{ep} - \mu_{3612}^{ep}) \cdot (x_{3613}^e - x_{3612}^e)) / (\mu_{3617}^{ep} - \mu_{3612}^{ep}) = 0,01 + ((0,5 - 1) \cdot (0,1 - 0,01)) / (0,2 - 1) = 0,066;$ для $\mu_{3618}^{ep} =$

$AL_{3618}^{le}=0,2$ вычислим $x_{3618}^{ep}=x_{3612}^e+((\mu_{3618}^{ep}-\mu_{3612}^e)\cdot(x_{3613}^e-x_{3612}^e))/(\mu_{3613}^e-\mu_{3612}^e)=0,01+((0,2-1)\cdot(0,1-0,01))/(0,2-1)=0,1$; для $\mu_{3619}^{ep}=AL_{3619}^{le}=0$ определим $x_{3619}^{ep}=x_{3612}^e+((\mu_{3619}^{ep}-\mu_{3612}^e)\cdot(x_{3613}^e-x_{3612}^e))/(\mu_{3613}^e-\mu_{3612}^e)=0,01+((0-1)\cdot(0,1-0,01))/(0,2-1)=1$, а $\mu_{3611}^{ep}=\mu_{3611}^e=0$, $x_{3611}^{ep}=x_{3611}^e=0,01$.

Согласно (5) сформируем преобразованное эталонное НЧ $\underline{I}_{361}^{ep}=\underline{M}_{36}^{ep}=\{0/0,01; 0,2/0,01; 0,5/0,01; 0,7/0,01; 1/0,1; 0,7/0,044; 0,5/0,066; 0,2/0,1; 0/1\}$.

Аналогичным образом получим номинализованные эталонные НЧ для \underline{I}_{362}^{ep} и \underline{I}_{363}^{ep} , т.е.: $\underline{I}_{362}^{ep}=\underline{C}_{36}^{ep}=\{0/0,01; 0,2/0,01; 0,5/0,01; 0,7/0,046; 1/0,1; 0,7/1; 0,5/1; 0,2/1; 0/1\}$; $\underline{I}_{363}^{ep}=\underline{B}_{36}^{ep}=\{0/0,01; 0,2/0,046; 0,5/0,1; 0,7/0,46; 1/1; 0,7/1; 0,5/1; 0,2/1; 0/1\}$.

Шаг 5. Вычисление значений x_{33g}^p для преобразованных текущих НЧ $\underline{P}_{33}^p=\underline{P}_{SPKOP}^p$ осуществляется аналогично шагу 4 с учетом (16) при $z=13$, $g=\overline{2,13}$ $g=\overline{2,13}$ осуществляется на основе компонентов μ_{ijg}/x_{ijg} (см. пример этапа 3 в [9]), т.е. $\mu_{331}=0$, $\mu_{332}=0,4$, $x_{331}=0,095$ и $x_{332}=0,095$. Далее с учетом этих значений для $\mu_{332}^p=AL_{332}^{lp}=0,2$ вычислим $x_{332}^p=0,095+((0,2-0)\cdot(0,095-0,095))/(0,4-0)=0,095$; для $\mu_{333}^p=AL_{333}^{lp}=0,3$ определим $x_{333}^p=0,095+((0,3-0)\cdot(0,095-0,095))/(0,4-0)=0,095$; для $\mu_{334}^p=AL_{334}^{lp}=0,4$ вычислим $x_{334}^p=0,095+((0,4-0)\cdot(0,095-0,095))/(0,4-0)=0,095$.

Далее, при $\mu_{332}=0,4$, $\mu_{333}=1$, $x_{332}=0,095$ и $x_{333}=0,28$: для $\mu_{335}^p=AL_{335}^{lp}=0,6$ определим $x_{335}^p=0,095+((0,6-0,4)\cdot(0,28-0,095))/(1-0,4)=0,157$; для $\mu_{336}^p=AL_{336}^{lp}=0,7$ вычислим $x_{336}^p=0,095+((0,7-0,4)\cdot(0,28-0,095))/(1-0,4)=0,188$; для $\mu_{337}^p=AL_{337}^{lp}=1$ определим $x_{337}^p=0,095+((1-0,4)\cdot(0,28-0,095))/(1-0,4)=0,28$.

Далее, при $\mu_{333}=1$, $\mu_{334}=0,2$, $x_{333}=0,28$ и $x_{334}=0,58$: для $\mu_{338}^p=AL_{338}^{lp}=0,7$ вычислим $x_{338}^p=0,095+((0,7-1)\cdot(0,58-0,28))/(0,2-1)=0,393$; для $\mu_{339}^p=AL_{339}^{lp}=0,6$ определим $x_{339}^p=0,095+((0,6-1)\cdot(0,58-0,28))/(0,2-1)=0,43$; для $\mu_{33(10)}^p=AL_{33(10)}^{lp}=0,4$ вычислим $x_{33(10)}^p=0,095+((0,4-1)\cdot(0,58-0,28))/$

$(0,2-1)=0,505$; для $\mu_{33(11)}^p=AL_{33(11)}^{lp}=0,3$ определим $x_{33(11)}^p=0,095+((0,3-1)\cdot(0,58-0,28))/(0,2-1)=0,543$; для $\mu_{33(12)}^p=AL_{33(12)}^{lp}=0,2$ вычислим $x_{33(12)}^p=0,095+((0,2-1)\cdot(0,58-0,28))/(0,2-1)=0,58$.

Далее, при $\mu_{334}=0,2$, $\mu_{335}=0$, $x_{334}=0,58$ и $x_{335}=0,58$: для $\mu_{33(13)}^p=AL_{33(13)}^{lp}=0$ определим $x_{33(13)}^p=0,58+((0-0,2)\cdot(0,58-0,58))/(0-0,2)=0,58$, а $\mu_{331}^p=\mu_{331}=0$, $x_{331}^p=x_{331}=0,095$.

Таким образом, номинализованным текущее НЧ согласно (6) примет следующий вид $\underline{P}_{33}^p=\underline{P}_{SPKOP}^p=\{0/0,095; 0,2/0,095; 0,3/0,095; 0,4/0,095; 0,6/0,157; 0,7/0,188; 1/0,28; 0,7/0,393; 0,6/0,43; 0,4/0,505; 0,3/0,543; 0,2/0,58; 0/0,58\}$.

Вычисление значений x_{36g}^p для преобразованных текущих НЧ $\underline{P}_{36}^p=\underline{P}_{SPKIOA}^p$ осуществляется аналогично, с учетом (16), при $z=9$ посредством компонентов μ_{ijg}/x_{ijg} (см. пример этапа 3 в [9]), т.е. при $\mu_{361}=0$, $\mu_{362}=0,5$, $x_{361}=0,082$ и $x_{362}=0,082$. Далее с учетом этих значений для $\mu_{362}^p=AL_{362}^{lp}=0,2$ вычислим $x_{362}^p=0,082$; для $\mu_{363}^p=AL_{363}^{lp}=0,5$ определим $x_{363}^p=0,082$.

При $\mu_{362}=0,5$, $\mu_{363}=1$, $x_{362}=0,082$ и $x_{363}=0,82$: для $\mu_{364}^p=AL_{364}^{lp}=0,7$ вычислим $x_{364}^p=0,377$; для $\mu_{365}^p=AL_{365}^{lp}=1$ определим $x_{365}^p=0,82$.

Далее, при $\mu_{363}=1$, $\mu_{364}=0,7$, $x_{363}=0,82$ и $x_{364}=1$: для $\mu_{366}^p=AL_{366}^{lp}=0,7$ вычислим $x_{366}^p=1$.

И, наконец, при $\mu_{364}=0,7$, $\mu_{365}=0$, $x_{364}=1$ и $x_{365}=1$: для $\mu_{367}^p=AL_{367}^{lp}=0,5$, $\mu_{368}^p=AL_{368}^{lp}=0,2$, $\mu_{369}^p=AL_{369}^{lp}=0$ соответственно вычислим $x_{367}^p=x_{368}^p=x_{369}^p=1$, а $\mu_{361}^p=\mu_{361}=0$, $x_{361}^p=x_{361}=0,082$.

Таким образом, номинализованным текущее НЧ согласно (6) имеет следующий вид $\underline{P}_{36}^p=\underline{P}_{SPKIOA}^p=\{0/0,082; 0,2/0,082; 0,5/0,082; 0,7/0,377; 1/0,82; 0,7/1; 0,5/1; 0,2/1; 0/1\}$.

Вычисление значений x_{36g}^p для преобразованных текущих НЧ $\underline{P}_{36}^p=\underline{P}_{SPKIOA}^p$ осуществляется аналогично, с учетом (16), при $z=9$ посредством компонентов μ_{ijg}/x_{ijg} (см. пример этапа 3 в [9]), т.е. при $\mu_{361}=0$, $\mu_{362}=0,5$, $x_{361}=0,082$ и $x_{362}=0,082$.

Далее с учетом этих значений для $\mu_{362}^p = AL_{362}^{lp} = 0,2$ вычислим $x_{362}^p = 0,082$; для $\mu_{363}^p = AL_{363}^{lp} = 0,5$ определим $x_{363}^p = 0,082$. При $\mu_{362}^p = 0,5$, $\mu_{363}^p = 1$, $x_{362}^p = 0,082$ и $x_{363}^p = 0,82$: для $\mu_{364}^p = AL_{364}^{lp} = 0,7$ вычислим $x_{364}^p = 0,377$; для $\mu_{365}^p = AL_{365}^{lp} = 1$ определим $x_{365}^p = 0,82$.

Далее, при $\mu_{363}^p = 1$, $\mu_{364}^p = 0,7$, $x_{363}^p = 0,82$ и $x_{364}^p = 1$: для $\mu_{366}^p = AL_{366}^{lp} = 0,7$ вычислим $x_{366}^p = 1$.

И, наконец, при $\mu_{364}^p = 0,7$, $\mu_{365}^p = 0$, $x_{364}^p = 1$ и $x_{365}^p = 1$: для $\mu_{367}^p = AL_{367}^{lp} = 0,5$, $\mu_{368}^p = AL_{368}^{lp} = 0,2$, $\mu_{369}^p = AL_{369}^{lp} = 0$ соответственно вычислим $x_{367}^p = x_{368}^p = x_{369}^p = 1$, а $\mu_{361}^p = \mu_{361} = 0$, $x_{361}^p = x_{361} = 0,082$.

Таким образом, номинализированное текущее НЧ согласно (6) имеет следующий вид $\underline{P}_{36}^p = \underline{P}_{СПКЮА}^p = \{0/0,082; 0,2/0,082; 0,5/0,082; 0,7/0,377; 1/0,82; 0,7/1; 0,5/1; 0,2/1; 0/1\}$.

Этап 3 – формирование обобщающих таблиц и графическая интерпретация номинализированных НЧ. Для получения таких таблиц все номинализированные эталонные \underline{T}_{ijs}^{ep} и текущие \underline{P}_{ij}^p НЧ сводятся в обобщающих таблицах (см. табл. 1, 2).

Таблица 1

Обобщающая таблица для \underline{T}_{ijs}^{ep} ($s = \overline{1,r}$)

\underline{T}_{ijs}^{ep}	μ_{ijsg}^{ep} ($g = \overline{1,z}$)							
	μ_{ijs1}^{ep}	μ_{ijs2}^{ep}	...	μ_{ijsg-1}^{ep}	μ_{ijsg}^{ep}	μ_{ijsg+1}^{ep}	...	μ_{ijsz}^{ep}
\underline{T}_{ij1}^{ep}	x_{ij11}^{ep}	x_{ij12}^{ep}	...	x_{ij1g-1}^{ep}	x_{ij1g}^{ep}	x_{ij1g+1}^{ep}	...	x_{ij1z}^{ep}
\underline{T}_{ij2}^{ep}	x_{ij21}^{ep}	x_{ij22}^{ep}	...	x_{ij2g-1}^{ep}	x_{ij2g}^{ep}	x_{ij2g+1}^{ep}	...	x_{ij2z}^{ep}
...
\underline{T}_{ijs}^{ep}	x_{ijs1}^{ep}	x_{ijs2}^{ep}	...	x_{ijsg-1}^{ep}	x_{ijsg}^{ep}	x_{ijsg+1}^{ep}	...	x_{ijsz}^{ep}
...
\underline{T}_{ijr}^{ep}	x_{ijr1}^{ep}	x_{ijr2}^{ep}	...	x_{ijrg-1}^{ep}	x_{ijrg}^{ep}	x_{ijrg+1}^{ep}	...	x_{ijrz}^{ep}

Таблица 2

Обобщающая таблица для \underline{P}_{ij}^p

\underline{P}_{ij}^p	μ_{ijg}^p ($g = \overline{1,z}$)							
	μ_{ij1}^p	μ_{ij2}^p	...	μ_{ijg-1}^p	μ_{ijg}^p	μ_{ijg+1}^p	...	μ_{ijz}^p
\underline{P}_{ij}^p	x_{ij1}^p	x_{ij2}^p	...	x_{ijg-1}^p	x_{ijg}^p	x_{ijg+1}^p	...	x_{ijz}^p

Например, для наглядности согласно табл. 1 все преобразованные эталонные НЧ $\underline{T}_{331}^{ep} = \underline{OM}_{33}^{ep}$, $\underline{T}_{332}^{ep} = \underline{M}_{33}^{ep}$, $\underline{T}_{333}^{ep} = \underline{C}_{33}^{ep}$, $\underline{T}_{334}^{ep} = \underline{B}_{33}^{ep}$, $\underline{T}_{335}^{ep} = \underline{OB}_{33}^{ep}$ и $\underline{T}_{361}^{ep} = \underline{M}_{36}^{ep}$, $\underline{T}_{362}^{ep} = \underline{C}_{36}^{ep}$, $\underline{T}_{363}^{ep} = \underline{B}_{36}^{ep}$ сведем соответственно в табл. 3 и табл. 4.

Таблица 3

Обобщающая таблица для \underline{T}_{33s}^{ep} , ($s = \overline{1,5}$) – \underline{OM}_{33}^{ep} , \underline{M}_{33}^{ep} , \underline{C}_{33}^{ep} , \underline{B}_{33}^{ep} , \underline{OB}_{33}^{ep}

\underline{T}_{33s}^{ep}	μ_{33sg}^{ep} ($g = \overline{1,13}$)												
	μ_{33s1}^{ep}	μ_{33s2}^{ep}	μ_{33s3}^{ep}	μ_{33s4}^{ep}	μ_{33s5}^{ep}	μ_{33s6}^{ep}	μ_{33s7}^{ep}	μ_{33s8}^{ep}	μ_{33s9}^{ep}	$\mu_{33s(10)}^{ep}$	$\mu_{33s(11)}^{ep}$	$\mu_{33s(12)}^{ep}$	$\mu_{33s(13)}^{ep}$
0	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	1	0,7	0,6	0,4	0,3	0,2	0	
\underline{OM}_{33}^{ep}	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,032	0,039	0,055	0,063	0,125	0,25
\underline{M}_{33}^{ep}	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,022	0,063	0,133	0,157	0,203	0,227	0,25	0,5
\underline{C}_{33}^{ep}	0,008	0,036	0,049	0,063	0,125	0,157	0,25	0,357	0,393	0,464	0,5	0,667	1
\underline{B}_{33}^{ep}	0,063	0,125	0,157	0,188	0,25	0,313	0,5	1	1	1	1	1	1
\underline{OB}_{33}^{ep}	0,25	0,333	0,375	0,417	0,5	0,625	1	1	1	1	1	1	1

Таблица 4

Обобщающая таблица для \underline{T}_{36s}^{ep} , ($s = \overline{1,3}$) – \underline{M}_{36}^{ep} , \underline{C}_{36}^{ep} , \underline{B}_{36}^{ep}

\underline{T}_{36s}^{ep}	μ_{36sg}^{ep} ($g = \overline{1,9}$)								
	μ_{36s1}^{ep}	μ_{36s2}^{ep}	μ_{36s3}^{ep}	μ_{36s4}^{ep}	μ_{36s5}^{ep}	μ_{36s6}^{ep}	μ_{36s7}^{ep}	μ_{36s8}^{ep}	μ_{36s9}^{ep}
0	0,2	0,5	0,7	1	0,7	0,5	0,2	0	
\underline{M}_{36}^{ep}	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1	0,044	0,066	0,1	1
\underline{C}_{36}^{ep}	0,01	0,01	0,01	0,046	0,1	1	1	1	1
\underline{B}_{36}^{ep}	0,01	0,046	0,1	0,46	1	1	1	1	1

Аналогичным образом согласно табл. 2 все номинализированные текущие НЧ $\underline{P}_{33}^p = \underline{P}_{СПКЮА}^p$ и $\underline{P}_{36}^p = \underline{P}_{СПКЮА}^p$ сведем соответственно в табл. 5 и табл. 6.

Таблица 5

Обобщающая таблица для $\underline{P}_{СПКЮА}^p$

\underline{P}_{33}^p	μ_{33g}^p ($g = \overline{1,13}$)												
	μ_{331}^p	μ_{332}^p	μ_{333}^p	μ_{334}^p	μ_{335}^p	μ_{336}^p	μ_{337}^p	μ_{338}^p	μ_{339}^p	$\mu_{33(10)}^p$	$\mu_{33(11)}^p$	$\mu_{33(12)}^p$	$\mu_{33(13)}^p$
0	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	1	0,7	0,6	0,4	0,3	0,2	0	
$\underline{P}_{СПКЮА}^p$	0,095	0,095	0,095	0,095	0,157	0,188	0,28	0,393	0,43	0,505	0,543	0,58	0,58

Обобщающая таблица для \tilde{P}_{SPKIOA}^p

\tilde{P}_{36}^p	$\mu_{36g}^p \ (g = \overline{1,9})$								
	μ_{361}^p	μ_{362}^p	μ_{363}^p	μ_{364}^p	μ_{365}^p	μ_{366}^p	μ_{367}^p	μ_{368}^p	μ_{369}^p
\tilde{P}_{SPKIOA}^p	0,082	0,082	0,082	0,377	0,82	1	1	1	1

Графическая интерпретация номинализированных НЧ основывается на построении геометрического образа α -уровней AL_{ij} (см. (1)), а также всех преобразованных эталонных T_{ijs}^{ep} (см. (5)) и текущих P_{ij}^p (см. (6)) НЧ. Геометрическое место точек на плоскости определяется посредством ломаной, соединяющей точки, отображающие компоненты номинализированных НЧ в порядке возрастания их носителей x_{ijsg}^{ep} . Визуализация такого НЧ представлена в виде ломаной Γ_{ijs}^{ep} на рис. 1.

Например, для визуализации преобразованных эталонных T_{33s}^{ep} , T_{36s}^{ep} и номинализированных текущих P_{33}^p , P_{36}^p НЧ воспользуемся сформированными значениями (см. пример к (5) и (6)): $T_{331}^{ep} = OM_{33}^{ep}$, $T_{332}^{ep} = M_{33}^{ep}$, $T_{333}^{ep} = C_{33}^{ep}$, $T_{335}^{ep} = B_{33}^{ep}$, $T_{365}^{ep} = OB_{33}^{ep}$, $T_{361}^{ep} = M_{36}^{ep}$, $T_{362}^{ep} = C_{36}^{ep}$, $T_{363}^{ep} = B_{36}^{ep}$ и \tilde{P}_{SPKIOI}^p , \tilde{P}_{SPKIOA}^p , а также соответственно полученными α -уровнями AL_{33} , AL_{36} (см. пример

к (1)). Исходя из этого, строится шесть ломаных OM_{33}^{ep} — \bullet , M_{33}^{ep} — \blacksquare , C_{33}^{ep} — \circ , B_{33}^{ep} — \square , OB_{33}^{ep} — \blacksquare , \tilde{P}_{SPKIOI}^p — $\color{red}\bullet$ и четыре — M_{36}^{ep} — \bullet , C_{36}^{ep} — \square , B_{36}^{ep} — \triangle , \tilde{P}_{SPKIOA}^p — $\color{red}\bullet$, по верхним точкам пересечения которых формируются нечеткие опорные двумерные области, по которым визуальное отображение уровня аномального состояния (см. рис. 2).

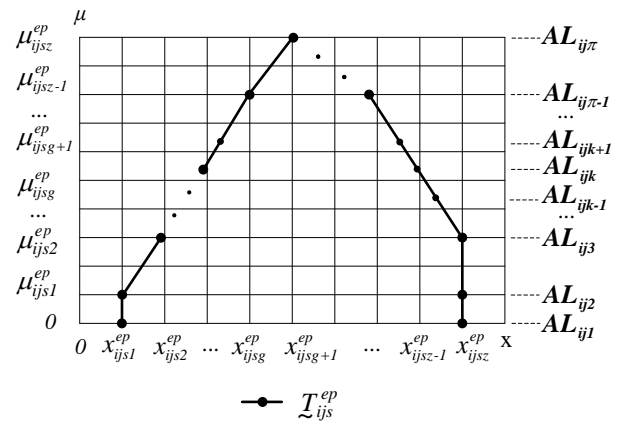


Рис. 1. Обобщающая графическая интерпретация преобразованных НЧ

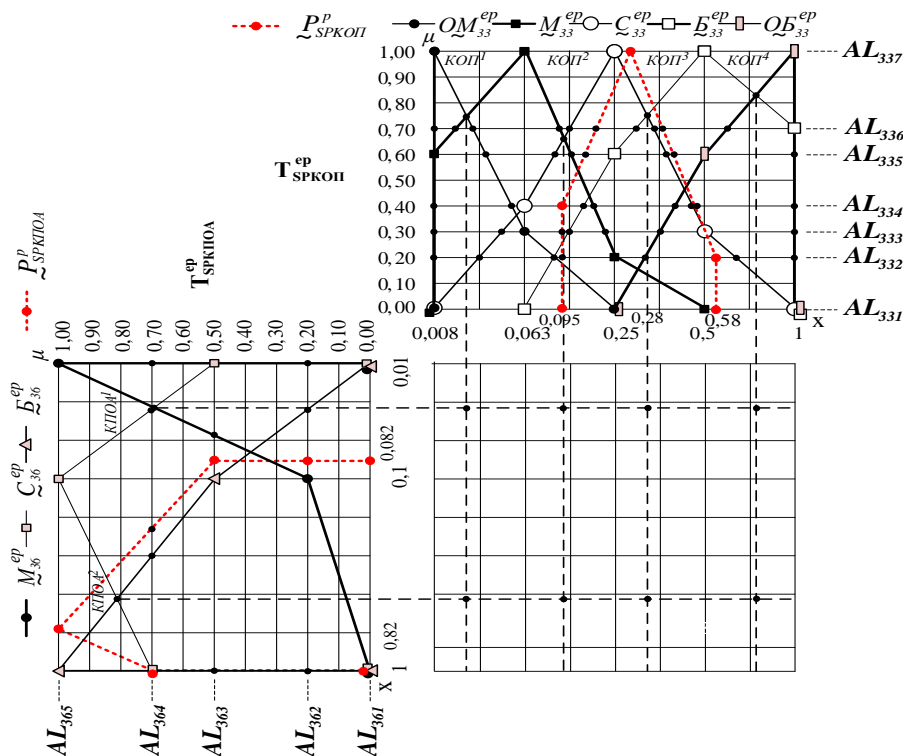


Рис. 2. Графическая интерпретация преобразованных эталонных T_{33s}^{ep} , T_{36s}^{ep} и преобразованных текущих P_{33}^p , P_{36}^p НЧ

Предложенный в работе МАН НЧ для систем обнаружения вторжений, который за счет построенного механизма формирования множеств α -уровней, вспомогательных подмножеств α -уровневых и межточечных α -уровневых интервалов, а также процесса номинализации и определения значений требуемых суппортов эталонных и текущих НЧ, позволяет осуществить графическую интерпретацию нечетких величин и определять идентифицирующие термы, отображающие текущее состояние среды окружения, характерное для реализации определенного типа кибератак на ресурсы информационных систем.

Для последующего выявления аномального состояния в компьютерных системах необходимо определить, идентифицирующий терм, т.е. такое эталонное НЧ, которое наиболее близко находится к текущему НЧ, и которое будет свидетельствовать об уровне аномального состояния в компьютерных системах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Корченко А.А. Система выявления аномального состояния в компьютерных сетях / А.А. Корченко // *Безпека інформації*. – 2012. – № 2 (18). – С. 80-84.
- [2]. Корченко А.А. Система формирования нечетких эталонов сетевых параметров / А.А. Корченко // *Захист інформації*. – 2013. – Т.15, №3. – С. 240-246.
- [3]. Корченко А.А. Система формирования эвристических правил для оценивания сетевой активности / А.А. Корченко // *Захист інформації*. – 2013. – №4. Т.15. – С. 353-359.
- [4]. Стасюк А.И. Метод выявления аномалий порожденных кибератаками в компьютерных сетях / А.И. Стасюк, А.А. Корченко // *Захист інформації*. – 2012. – №4 (57). – С. 129-134.
- [5]. Стасюк А.И. Базовая модель параметров для построения систем выявления атак / А.И. Стасюк, А.А. Корченко // *Захист інформації*. – 2012. – № 2 (55). – С. 47-51.
- [6]. Корченко А.Г. Построение систем защиты информации на нечетких множествах [Текст] : Теория и практические решения / А.Г. Корченко. – К. : МК-Пресс, 2006. – 320 с.
- [7]. Корченко А.А. Метод формирования лингвистических эталонов для систем выявления вторжений / А.А. Корченко // *Захист інформації*. – Т.16, №1. – 2014. – С. 5-12.
- [8]. Модели эталонов лингвистических переменных для систем выявления атак / М.Г. Луцкий, А.А. Корченко, А.В. Гавриленко, А.А. Охрименко // *Захист інформації*. – 2012. – №2 (55). – С. 71-78.
- [9]. Корченко А.А. Метод фазсификации параметров на лингвистических эталонах для систем выявле-

ния кибератак / А.А. Корченко // *Безпека інформації*. – 2014. – № 1 (20). – С. 21-28.

REFERENCES

- [1]. Korchenko A.A. Anomaly-based detection system in computer networks, *Bezpeka informacii*, 2012, №2 (18), pp. 80-84.
- [2]. Korchenko A.A. The system development of fuzzy standards of network parameters, *Zahist informacii*, T.15, №3, 2013, pp. 240-246.
- [3]. Korchenko A.A. The system of heuristic rules formation for network activity assessment, *Zahist informacii*, T.15, №4, 2013, pp. 353-359.
- [4]. Stasiuk A.I., Korchenko A.A. A method of abnormality detection caused by cyber attacks in computer networks, *Zahist informacii*, 2012, №4 (57), pp. 129-134.
- [5]. Stasiuk A.I., Korchenko A.A. The basic model of parameters in attack detection (Identification) systems construction, *Zahist informacii*, 2012, №2 (55), pp. 47-51.
- [6]. Korchenko A.G. The development of information protection systems based on the fuzzy sets, *The theory and practical solutions*, Kuev, 2006, 320 p.
- [7]. Korchenko A.A. The formation method of linguistic standards created for the intrusion detection systems, *Zahist informacii*, T.16, №1, 2014, pp. 5-12.
- [8]. Lutskiy M.G., Korchenko A.A., Gavrylenko A.V., Ohrimenko A.A. Model standards of linguistic variables for systems detect attacks, *Zahist informacii*, 2012, №2 (55), pp. 71-78.
- [9]. Korchenko A.A. The method of parameter fuzzification based on linguistic standards for cyber attacks detection, *Bezpeka informacii*, 2014, №1 (20), pp. 21-28.

МЕТОД α -РІВНЕВОЇ НОМІНАЛІЗАЦІЇ НЕЧІТКИХ ЧИСЕЛ ДЛЯ СИСТЕМ ВИЯВЛЕННЯ ВТОРГНЕНЬ

Сучасні засоби, які використовуються для виявлення кібератак в нечітко визначеному слабоформалізованому середовищі, мають низку обмежень. З цією метою розробляються відповідні технічні рішення для систем виявлення атак, в основу яких закладено метод виявлення аномалій, породжених кібератаками в інформаційних системах. У цьому методі процес перетворення еталонних і поточних нечітких чисел вимагає чіткої формалізації. Для усунення цього недоліку пропонується метод, який базується на математичних моделях і методах нечіткої логіки, і реалізується за допомогою трьох базових етапів: формування α -рівнів, еквівалентне перетворення нечітких чисел, формування узагальнюючих таблиць та графічна інтерпретація номіналізованих нечітких чисел. Метод дозволяє формалізувати процес формування α -рівневих інтервалів для еквівалентного перетворення еталонних і поточних нечітких чисел, що в свою чергу дасть можливість визначати ідентифікуючі терми, які відобразять поточний стан середовища ото-

чення і підвищити ефективність побудови відповідних систем виявлення вторгнень.

Ключові слова: кібератаки, аномалії, нечіткі еталони, α -рівневі нечіткі числа, системи виявлення вторгнень, системи виявлення аномалій, системи виявлення атак, виявлення аномалій в комп'ютерних мережах.

THE METHOD OF α -LEVEL OF NOMINALIZATION FOR INTRUSION DETECTION SYSTEMS

Modern facilities which are used for cyber attacks detection in low defined partially formalized environment have a number of limitations. As part of this goal, the appropriate technical solutions are developed for intrusion detection systems, where the basis is the method for anomalies detection caused by cyber attacks in information system. In this method the process of transformation of standards and current fuzzy numbers requires the precise formalization. To overcome this limitation, a method which is based on mathematical models and methods of fuzzy logic and is implemented through three basic stages: formation of α -levels which is equivalent to the conversion of fuzzy numbers, the formation of generalized tables and graphical interpretation of nominal-

ized fuzzy numbers. The method enables to formalize the process of α -level intervals formation to get the equivalent transformation of standard and current fuzzy numbers, which in turn will make it possible to define the identifying terms that indicate the current state of the environment and increase the efficiency of corresponding intrusion detection systems.

Keywords: cyber attacks, anomalies, fuzzy standards, α -level fuzzy numbers, intrusion detection systems, anomaly detection systems, attack detection systems, anomaly detection in computer networks.

Корченко Анна Олександрівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри безпеки інформаційних технологій Національного авіаційного університету.

E-mail: annakor@ukr.net

Корченко Анна Александровна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры безопасности информационных технологий Национального авиационного университета.

Anna Korchenko PhD in Eng., Associate Professor of IT-Security Academic Department, National Aviation University (Kyiv, Ukraine).

УДК 003.26:004.056.5

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ МЕТОДУ ПОБІТОВОГО ПРИХОВУВАННЯ ДАНИХ ВІДНОСНО АТАК НА ОСНОВІ АФІННИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ

Владислав Ковтун, Олексій Кінзерявий

В даній роботі проведено експериментальне дослідження щодо перевірки стійкості методу побітового приховування даних в структуру векторного зображення відносно атак на основі афінних перетворень. Для проведення експерименту було обрано довільне SVG зображення в структурному складі якого містилися команди побудови кривих Без'є. В одну з цих кривих шляхом її поступового поділу на візуально однакову сукупність сегментів приховувалися дані різного розміру. Над отриманим стеганоконтейнером поступово виконувалися різноманітні афінні перетворення типу перестановка, поворот, зсув за віссю абсцис і ординат, пропорційне та непропорційне масштабування. Одержані результати з перетворення стеганоконтейнера показали, що розглядуваний метод по приховуванню даних у векторні зображення забезпечує стійкість до атак на основі афінних перетворень.

Ключові слова: захист інформації, цифрова стеганографія, метод побітового приховування даних, векторні зображення, криві Без'є, афінні перетворення.

Вступ. Розвиток глобальної мережі Інтернет та поширення її використання серед населення планети, сприяє збільшенню обсягів інформації, що передається, обробляється, зберігається та знищується. Інформація може подаватися у різних формах, одна з найпоширеніших – графічні зображення. Растрові зображення, завдяки своїм структурним особливостям, знайшли широке використання в стеганографічних методах захисту інформації в якості контейнера та дозволяють приховувати в собі значні обсяги даних. Однак,

до растрових зображень можуть застосовуватися певні графічні перетворення (зміна яскравості, стиснення з втратами, накладання кольорового фільтру, тощо), що можуть впливати на їх структурні та статистичні властивості. Така модифікація може навмисно бути використана як активна атака стеганоаналізу, що спрямована на пошкодження чи знищення секретного повідомлення в стеганоконтейнері. Іншим видом графічних зображень є векторні зображення, які у сучасній стеганографії не поширені.