

*Олександр Миколайович Косошов (канд. військ. наук, с.н.с.)
Анатолій Олександрович Сірик*

Військова частина А1906

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОЦІНЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ НА ОСНОВІ ЕКСПЕРТНИХ ВИСНОВКІВ

Запропонований метод моделювання процесу оцінювання інформаційної безпеки на основі експертних висновків, який може бути застосований для оцінювання комплексної безпеки різних систем. При цьому елементи, що характеризують систему, утворюють ієрархію, а фактори одного підрівня ієрархії полягають у відношеннях переваги (байдужості) один до одного. Як інтегрований критерій при оцінюванні безпеки використовується мультиплікативна згортка.

Зазначений метод може бути використаний для визначення показника рівня комплексної безпеки на базі агрегування значень з усіх рівнів ієрархії факторів на основі якісних даних про рівні факторів і їхніх відношень порядку на одному рівні ієрархії.

Ключові слова: інформаційна безпека; експертне оцінювання; рівні ієрархії; показник комплексної безпеки.

Вступ

Постановка проблеми. Проблеми забезпечення інформаційної безпеки у воєнній сфері, з огляду на появу нових та зростання рівня існуючих ризиків і загроз в інформаційному просторі України, набувають великої значущості і потребують відповідного наукового підґрунтя для їх вирішення. Одним з напрямів розв'язання цих проблем є постійне удосконалення науково-методичного забезпечення інформаційної безпеки, а саме визначення спрямованості загроз та оцінювання їх рівня, виявлення об'єктів інформаційного впливу та оцінювання ефективності заходів протидії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Є низка публікацій, що присвячені проблемам інформаційної безпеки в інформаційних системах і мережах передачі та обробки інформації. Завдання створення, організації і дослідження процесів функціонування, удосконалення й розвитку систем забезпечення безпеки інформації тою чи іншою мірою висвітлені в працях вітчизняних і закордонних учених [1–4].

Однак дотепер повною мірою не вивчені та залишаються дискусійними методологічні, методичні й практичні аспекти дослідження проблем моделювання безпеки складних інформаційних систем.

Сучасні науково-практичні напрацювання в Україні, ряд основних міжнародних стандартів містять норми та вимоги, що спрямовані в основному на захист від несанкціонованого доступу. При цьому вони часто не забезпечують базового рівня безпеки, тому що дають змогу моделювати лише частину загроз. При цьому не існує загальноприйнятих стандартів або підходів, що дозволяють забезпечити підвищений або високий рівень захисту. Так само негативним фактором застосування сучасних стандартів є шаблонність пропонованого захисту та відсутність

варіантності.

Метою статті є викладення методики комплексного оцінювання рівня безпеки інформаційних систем, що ґрунтується на якісних шкалах і відношенні переваги між факторами в структурі ієрархії цих факторів.

Виклад основного матеріалу дослідження

Під рівнем інформаційної безпеки системи розуміється оцінка, яка отримана із сукупності показників і критеріїв, що характеризують стан системи на предмет захищеності критичних для неї елементів.

Рівень інформаційної безпеки системи можна характеризувати за такою матрицею:

$$B = \begin{pmatrix} K_1 & F_1 & V_1(T) & S_1 \\ K_2 & F_2 & V_2(T) & S_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ K_n & F_n & V_n(T) & S_n \end{pmatrix},$$

де K_i – показник рівня безпеки за i -м критерієм;

F_i – тенденція зміни i -го критерію (зростає, убиває, незмінний);

$V_i(T)$ – швидкість зміни i -го критерію, що є функцією часу T (наприклад: низька, нижче середнього, середня, вище середнього, висока);

S_i – ступінь критичності негативних наслідків при реалізації загроз, яка погіршує значення i -го критерію.

Матрицю виду B в подальшому будемо називати матрицею безпеки (МБ).

Перший і четвертий стовпці МБ являють собою вектор часткових критеріїв безпеки і їх ваги та характеризують поточний стан комплексної інформаційної безпеки, даючи змогу оцінити ситуацію, що склалася на даний момент часу. Другий і третій стовпці матриці відображають динаміку розвитку процесів та дають змогу прогнозувати їх розвиток у подальшому.

У цьому випадку мультиплікативна згортка

інтегрального критерію комплексної безпеки являє собою величину

$$K = \prod_i K_i^{S_i}$$

Оцінки S_i можуть бути отримані експертним шляхом з використанням різних рангових методів, реалізація яких вимагає впорядкувати ці критерії [5-8].

Наприклад, можна використати метод нестрогого ранжування, відповідно до якого експертом нумерується всі критерії в порядку зниження рівня негативних наслідків, які пов'язані з цим критерієм безпеки. Критерії, які уже пройшли процес ранжування, послідовно нумеруються. Оцінка (ранг) критерію визначається за його номером [6].

Якщо на одному місці знаходяться декілька не розрізнені між собою критеріїв, то оцінювання кожного з них приймається за середнє арифметичне їх нових номерів [7-8]. Однак, вважається за доцільне модифікувати такий метод оцінювання, прийнявши за ранг для кожного з не розрізнені критеріїв номер усієї групи як цілого об'єкта за ступенем впорядкування.

У такий спосіб можуть бути оцінені як ступені впливу кожного параметра на часткові критерії безпеки K_i , так і ступені прийнятності наслідків реалізації загроз S_i .

Наприклад, будемо вважати, що експерт упорядкував критерії в такий спосіб:

$$K_5, (K_3, K_7, K_2), K_1, (K_6, K_8), K_9, K_4.$$

Критерії, які не розрізнені між собою, об'єднані в круглі дужки. Тоді оцінки для кожного із критеріїв, які обчислені відповідно до описаної вище процедури, дорівнюють:

$$S_5=1; S_3=S_7=S_2=2; S_1=3; S_6=S_8=4; S_9=5; S_4=6$$

Для цього застосуємо нормування за величиною, яка дорівнює сумі всіх оцінок:

$$S_{\text{норм}} = \sum_i S_i,$$

У нашому випадку $S_{\text{норм}}=29$. Таким чином, після лінійного перетворення в шкалу $[0;1]$ за нормою $S_{\text{норм}}$ отримаємо:

$$S_5 = \frac{1}{29}; S_3=S_7=S_2 = \frac{2}{29};$$

$$S_1 = \frac{3}{29}; S_6=S_8 = \frac{4}{29}; S_9 = \frac{5}{29}; S_4 = \frac{6}{29}.$$

Визначені запропонованим способом оцінки є узагальненням системи ваги Фішберна [9] у випадку змішаного розподілу переваг, коли порядок з перевагами в систему входять і відношення рівнозначності.

Отже, кожний рядок матриці безпеки (K_i, F_i, V_i, S_i) характеризує стан безпеки за i -м критерієм.

Часткові матриці, що складаються з рядків та визначають певний напрям забезпечення безпеки, у свою чергу, описують стан у відповідній області.

Показники рівня безпеки K_i тісно пов'язані з наслідками від можливої реалізації наявних у системі загроз та заходами, які спрямовані на попередження, запобігання, локалізацію й усунення таких наслідків.

Отриманий результат узгоджується з добре відомим у теорії прийняття рішень фактом [5,7,9]: система убуваючої переваги альтернатив найкраще відповідає системі ваг, що знижуються за правилом арифметичної прогресії.

Загрози, що впливають на безпеку системи, являють собою набір неупорядкованих факторів одного рівня ієрархії.

Вплив різних факторів на рівень комплексної безпеки може бути показаний у вигляді орієнтованого графа G , що має одну кореневу вершину та не містить петель і горизонтальних ребер в межах одного рівня ієрархії:

$$G = (\{F_i\}; \{D_{ij}\}),$$

де $\{F_i\}$ – множина факторів (вершин графа); $\{D_{ij}\}$ – множина дуг, що з'єднують i -ту і j -ту вершини; $F_0 = K$ – коренева вершина, що відповідає рівню комплексної безпеки в цілому (інтегральному критерію безпеки). При цьому дуги розташовані так чином, що початку дуги відповідає вершина нижнього рівня ієрархії (рангу), а кінцю дуги – вершина рангу, що є на одиницю меншим. Прикладом такого графа може служити чотирирівневий граф, в якому на нижньому, третьому рівні розташовані негативні фактори N_i , що впливають на безпеку системи, і Z_i – фактори, що демпфують та пов'язані із застосуванням превентивних заходів забезпечення безпеки, а також мають послабити вплив певних загроз (негативних факторів) [10]. На рівень вище розташовані загрози безпеки системи U_i . На рівнях з першого до передостаннього знаходяться часткові критерії безпеки K_i , а кореневій вершині нульового рівня відповідає комплексний критерій безпеки K .

Слід зазначити, що цей граф не є деревом, оскільки не виконується вимога відсутності простих циклів. Це обумовлено тим, що фактори, які перебувають на нижньому рівні ієрархії, можуть одночасно впливати на декілька факторів більш високого рівня. Наприклад, застосування превентивних заходів захисту від однієї загрози може одночасно з послабленням негативних наслідків цієї загрози підсилювати або зменшувати вплив тієї чи іншої загрози. Деякі негативні фактори можуть викликати зміни відразу декількох часткових критеріїв безпеки (іноді в протилежному напрямку).

Для подальшої побудови моделі комплексної безпеки системи на визначений граф необхідно накласти систему відношень переваг одних факторів над іншими за ступенем їхнього впливу на заданий елемент наступного рівня ієрархії:

$$E = \{F_i(e)F_j | e \in (>; \approx)\}, \quad (1)$$

де F_i, F_j – фактори одного рівня ієрархії;

$>$ – відношення переваги;

\approx – відношення байдужості.

Така система може бути отримана, наприклад, викладеним вище способом нестрогого ранжирування. Приклад накладення системи відношень переваги типу (1)

$E=\{N_1 > N_2; N_2 \in N_3 \approx N_4; N_4 \approx N_5\}$ на фрагмент графа зображений на рис.1.

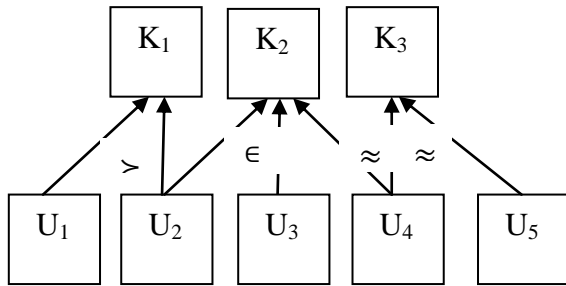


Рис. 1. Приклад системи відношень переваг на одному з рівнів ієрархії

При цьому залишається ввести для розгляду набір якісних оцінок рівнів кожного фактора в ієрархії:

$$L = \{\text{дуже низький рівень (ДН), низький рівень (Н), середній рівень (С), високий рівень (В), дуже високий рівень (ДВ)}\} \quad (2)$$

За математичну модель оцінювання комплексної безпеки системи (KBS) може бути прийнятий кортеж:

$$KBS = \langle G, L, E \rangle$$

Наступним кроком є визначення показника рівня комплексної безпеки на базі агрегування значень з усіх рівнів ієрархії факторів (на основі якісних даних про рівні факторів і порядок їхнього відношення на одному із цих рівнів).

Для оцінювання рівня комплексної безпеки з кількісного і якісного боку необхідно агрегувати дані, зібрані в межах ієрархії G. При цьому агрегування відбувається за напрямками дуг графа ієрархії.

Агрегуванню має підлягати не окреме значення обраної функції належності в структурі лінгвістичної змінної “Рівень фактора”, а вся функція належності в цілому. Для цього сформуємо лінгвістичну змінну “Рівень фактора” з терм-множиною значень L (2). Як сімейство функцій належності може бути стандартний п’ятирівневий 01-класифікатор, де функції належності – трапецієподібні нечіткі числа [9]:

$$ДН = \mu_1(x) = \begin{cases} 1, & 0 \leq x < 0,15 \\ 10(0,25-x), & 0,15 \leq x < 0,25 \\ 0, & 0,25 \leq x < 1 \end{cases} \quad (3)$$

$$Н = \mu_2(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x < 0,15 \\ 10(x-0,15), & 0,15 \leq x < 0,25 \\ 1, & 0,25 \leq x < 0,35 \\ 10(0,45-x), & 0,35 \leq x < 0,45 \\ 0, & 0,45 \leq x < 1 \end{cases} \quad (4)$$

$$С = \mu_3(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x < 0,35 \\ 10(x-0,35), & 0,35 \leq x < 0,45 \\ 1, & 0,45 \leq x < 0,55 \\ 10(0,65-x), & 0,55 \leq x < 0,65 \\ 0, & 0,65 \leq x < 1 \end{cases} \quad (5)$$

$$В = \mu_4(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x < 0,55 \\ 10(x-0,55), & 0,55 \leq x < 0,65 \\ 1, & 0,65 \leq x < 0,75 \\ 10(0,85-x), & 0,75 \leq x < 0,85 \\ 0, & 0,85 \leq x < 1 \end{cases} \quad (6)$$

$$ДВ = \mu_5(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x < 0,75 \\ 10(0,75-x), & 0,75 \leq x < 0,85 \\ 0, & 0,85 \leq x < 1 \end{cases} \quad (7)$$

де x – 01-носій (відрізок [0, 1] відповідної осі).

Стандартний класифікатор здійснює проекцію нечіткого лінгвістичного опису на 01-носій, при цьому робить це несуперечливим способом, симетрично розташовуючи вузли класифікації (0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 0,9) [11].

У цих вузлах значення відповідної функції належності дорівнює одиниці, а всіх інших функцій – нулю. Непевність експерта в класифікації зменшується (збільшується) лінійно з віддаленням від вузла (з наближенням до вузла, відповідно). При цьому сума функцій належності в всіх точках носія дорівнює одиниці.

Зазначений класифікатор є різновидом так званої “сірої” шкали Поспелова [12], що являє собою полярну (опозиційну) шкалу, в якій перехід від властивості A⁺ до властивості A⁻ відбувається поступово.

Подібні шкали задовольняють умову взаємної компенсації між властивостями A⁺ і A⁻ (чим більшою мірою проявляється A⁺, тим менше проявляється A⁻, і навпаки).

Таким чином, здійснюється перехід від якісного опису рівня параметра до стандартного кількісного вигляду відповідної функції належності (нечітке трапецієподібне число) [13].

Якщо за кожним показником (F_{*1} ... F_{*n}) на обраному підрівні (*) ієрархії G відомі лінгвістичні оцінки L = (L_{*1} ... L_{*n}), а також визначена система ваг Фішберна P = (p_{*1} ... p_{*n}) на основі наведеної вище системи переваг E, то показник підрівня F* характеризується своєю лінгвістичною оцінкою, що обумовлена функцією належності на 01-носії x.

У таких випадках для агрегування зазвичай застосовується ОWA-оператор Ягера [14], причому вагами в згортці виступають згадані вище коефіцієнти Фішберна.

Однак, як було показано раніше, адитивна згортка та осереднення для оцінювання рівня безпеки системи неприйнятні, тому необхідно використати мультиплікативну згортку для обчислення інтегральних критеріїв:

$$\mu(x) = \prod_{i=1}^n \mu_{*j}^{p_j}(x), \quad (8)$$

де

$$\mu_{*j} = \begin{cases} (3), & \text{якщо } L_{*j} = (\text{ДН}) \\ (4), & \text{якщо } L_{*j} = (\text{Н}) \\ (5), & \text{якщо } L_{*j} = (\text{С}) \\ (6), & \text{якщо } L_{*j} = (\text{В}) \\ (7), & \text{якщо } L_{*j} = (\text{ДВ}) \end{cases} \quad (9)$$

Отриману функцію (8) необхідно лінгвістично

розпізнати, щоб зробити висновок про якісний рівень показника F^* . Для цього потрібно співвіднести отриману функцію $\mu_*(x)$ і функції $\mu_j(x)$ відповідно (3)-(7).

$$\text{Якщо } (\forall x \in [0, 1]) \sup \min (\mu_*(x), \mu_j(x)) = 0, \quad (10)$$

то рівень показника F^* однозначно не розпізнається як рівень, якому відповідає i -та "еталонна" функція належності. Повне розпізнавання настає, якщо виконується

$$(\forall x \in [0, 1]) \min (\mu_*(x), \mu_j(x)) = \mu_j(x) \quad (11)$$

У всіх проміжних випадках необхідно задатися мірою рівня розпізнавання, тобто ввести так званий індекс подібності (ІП) [15]. Для цього потрібно визначити поняття відстані між двома нечіткими числами A і B .

За таку величину може виступати лінійна (хемінгова):

$$\rho(A, B) = \int_0^1 |\mu_A(x) - \mu_B(x)| dx. \quad (12)$$

або квадратична (евклідова) відстань:

$$\rho(A, B) = \int_0^1 \sqrt{(\mu_A(x) - \mu_B(x))^2} dx. \quad (13)$$

Для визначення ІП необхідно обчислити відстань у точках, для яких виконується нерівність:

$$\mu_*(x) < \mu_j(x) \quad (14)$$

З метою підвищення інформативності перейдемо до відносної відстані:

$$\tilde{\rho} = \frac{\rho}{M} \quad (15)$$

де M – "потужність" еталонного нечіткого числа, яка дорівнює площині фігури, що описується її функцією належності. У нашому випадку це площа трапеції.

Для того щоб уникнути лінгвістичної невідповідності (чим вище ступінь близькості, тим більше повинен бути ІП) і з огляду на те, що $\rho(A, B) \leq 1$, за ІП можна прийняти величину

$$\text{ІП} = 1 - \rho(A, B) \quad (16)$$

Отже, ІП, змінюючись у діапазоні від 0 до 1, буде характеризувати близькість знайденої мультиплікативної згортки до тієї чи іншої еталонної функції належності виду (3)-(7).

Варто зауважити, що для збереження лінгвістичної відповідності при визначенні згорток значення деяких показників необхідно попередньо інвертувати.

Наприклад, при переході від рівня негативних факторів N_i і превентивних заходів безпеки Z_i на рівень загроз безпеки U_i перед знаходженням

згортки необхідно інвертувати значення показника Z_i , а при переході з рівня U_i до рівня часткових критеріїв безпеки K_i інвертувати значення U_i відповідно до табл. 1.

Таблиця 1

Інверсія лінгвістичних змінних

№ терм-множини	Рівень показника F	Інвертоване значення F
1.	ДН	ДВ
2.	Н	В
3.	С	С
4.	В	Н
5.	ДВ	ДН

Таким чином, розглянувши послідовно знизу вгору за всіма рівнями ієрархії G і застосовуючи співвідношення (1)-(16), можна шляхом комплексного агрегування даних не тільки зробити висновок про якісний рівень показника на кожному шаблі ієрархії (до $F_0 = K$), але й оцінити ступінь обґрунтованості певного судження за допомогою ІП.

Якщо крім якісних значень показників є кількісні дані, то найпростішим способом для їхнього спільного урахування при комплексному оцінюванні є узагальнення отриманих кількісних оцінок до якісного їхнього опису та подальший перехід до викладеної вище моделі оцінювання.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Запропонований метод моделювання процесу оцінювання ІБ на основі експертних висновків може бути застосований для оцінювання комплексної безпеки різних систем. При цьому елементи, що характеризують систему, утворюють ієрархію, а фактори одного підрівня ієрархії полягають у відношенні переваги (байдужості) один до одного. Як інтегрований критерій при оцінюванні безпеки використовується мультиплікативна згортка.

Застосування модифікованого методу нестрогого ранжування дає змогу визначити ваги Фишберна для факторів одного рівня ієрархії та отримати узагальнення даних ваг на загальний випадок переваги (байдужості) факторів стосовно один до одного.

Отриманий опис може бути використаний для побудови показника рівня комплексної безпеки на базі агрегування значень з усіх рівнів ієрархії факторів на основі якісних даних про рівні факторів і їхніх відносин порядку на одному рівні ієрархії.

Література

1. Садердинов А. А. Информационная безопасность предприятия / А. А. Садерников, В. А. Трайнев, А. А. Федулов. – М.: Изд.-торг. корпорация "Дашков ДО" – 2005. – 336 с. 2. Курило А. П., Аудит информационной безопасности / А. П. Курило, С. Л. Зефилов, В. Б. Голованов. – М.: Изд. группа "Бдц-пресс" – 2006. – 304 с. 3. Домарев В. В. Безопасность информационных технологий. Системный подход / В. В. Домарев. – К.: ТОВ "ТИД Дина Софт" – 2004. – 992 с. 4. Попов Г. А. Экономическая кибернетика / Г. А. Попов. – Астрахань: 3 "ЦНТЭП" – 2002. – 96 с.

5. Трухаев Р. И. Модели принятия решений в условиях неопределенности / Р. И. Трухаев. – М.: Наука – 1981. – 144 с. 6. Недосекин А. О. Вероятное распределение с нечеткими параметрами. Режим доступа: http://sedok.narod.ru/sc_group.html#book_2 7. Литвак Б. М. Экспертная информация: методы получения и анализа / Б. М. Литвак. – М.: Радио и связь – 1982. – 92 с. 8. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений / П. Фишберн. – К.: Наука, 1978. – 155 с. 9. Рыжов А. П. Элементы теории нечетких множеств и измерение нечеткостей / А. П. Рыжов. – М.: Диалог-

мгу – 1998. – 102 с. **10. Косо́гов О. М.** Модель динаміки зміни рівня інформаційної безпеки системи / О. М. Косо́гов. – К.: зб. наук. праць. ЦВСД НУО імені Івана Черняховського. – 2015. – № 2(54) – С. 76–79. **11. Kaufmann A., Gupta M.** Introduction to Fuzzy Arithmetic: Theory and Applications. - Van Nostrand Reinhold, 1991. – 161 p. **12. Поспелов Д. С.** “Сірі” або “чорно-білі” шкали / Д. С. Поспелов. Прикладна ергономіка. “Рефлексивні процеси”. Спец. вип. – 1994. –

№ 1. – С. 15–21. **13. Недосекин А. О.** Нечеткое парное сравнение // Аудит и финансовый анализ. – 2003. – № 5. – С. 53. **14. Yager.** Families of OWA operators // Fuzzy Sets and Systems. – 1993. – 59. – pp. 53–59. **15. Проталинский О. М.** Применение методов искусственного интеллекта при автоматизации технологических процессов / О. М. Проталинский – Астрахань: 3 АГТУ – 2004. – 184 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЦЕНКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРТНЫХ ВЫВОДОВ

*Александр Николаевич Косо́гов (канд. воен. наук, с.н.с.)
Анатолий Александрович Сирьк*

Воинская часть А1906

Предложен метод моделирования процесса оценки информационной безопасности на основе экспертных выводов, который может быть применен для оценивания комплексной безопасности различных систем. При этом элементы, которые характеризуют систему, образуют иерархию, а факторы одного подуровня иерархии составляют в отношениих преимущества (безразличия) один к другому. В качестве интегрального критерия при оценке безопасности используется мультипликативная свертка.

Полученное описание может быть использовано для построения показателя уровня комплексной безопасности на базе агрегирования значений из всех уровней иерархии факторов на основе качественных данных о факторах и отношений их порядка на одном уровне иерархии.

Ключевые слова: информационная безопасность; экспертное оценивание; равные иерархии; показатель комплексной безопасности.

MODELLING BASED ON THE EXPERT JUDGEMENTS OF THE PROCESS OF INFORMATIONAL SAFETY EVALUATION

*Oleksandr M. Kosohov (Candidate of Military Sciences, Senior Research Fellow)
Anatoliy O. Siryk*

Military Unit A1906

The method of modeling information security evaluation process based on expert findings, which can be used for evaluation of various integrated security systems. The elements that characterize the system, constitute a hierarchy, and the factors for one sublevel of hierarchy being established in respect the benefits (indifference) to each other. As an integral criterion for safety assessment is used the multiplicative convolution.

This description can be used to construct a comprehensive index of safety level based on the aggregation of values from all levels of hierarchy factors based on the qualitative data on factors affecting and their relations order of the same level of hierarchy.

Keywords: information security; expert evaluation; equal hierarchy; integrated security measure.

References

1. Saderdinov A.A. Traynev V.A., Fedulov A.A. (2005), Information security of an enterprise. [Informatsionnaia bezopasnost predpriiatiia], textbook. Allowance, Moscow: Izd.-Torg. Corporation “Dashkov Co”, 336 p. **2. Kyrilov A.P.,** Zefirov S.L., Golovanov V.B. (2006), Information security Audit, [Audit informatsionnoi bezopasnosti], Moscow: Publishing House. Group “BDCpress”, 304 p. **3. Domarev V.V.** (2004), Methodology creating of system for informations defense, Security of information technologies, A systematic approach, [Bezpeka informatsiinykh tekhnolohii. Systemnyi pidkhid], Kyiv: “TID Dia Software”, 992 p. **4. Popov G.A.** (2002), In Economic Cybernetics, [Ekonomicheskaiia kibernetika], Astrakhan: Publishing house “CNCEP”, 96 p. **5. Troukhaev R.I.** (1981), Models of decision making under uncertainty. [Modeli priniatiia risheni v usloviakh neopredelennosti] Moscow: Nauka, 144 p. **6. Nedosekin A.O.** Probabilistic distributions with fuzzy parameters. [Veroiatnoe raspredelenie s nechetkimi parametrami], http://sedok.narod.ru/sc_group.html#book_2. **7. Litvak B. G.** (1982), Expert information: methods for obtaining and analysis, [Ekspertnaia informatsiia: metody polucheniia i analiza], Moscow: Radio and communication, 92 p. **8. Fishburn P.** (1978), Theory for decision-making.

[Teoriia korysnosti dlia pryiniattia rishen], Moscow: Nauka, 155 p. **9. Ryjov A.** (1998) Elements of the theory of fuzzy sets and measure of fuzziness. [Elementy teorii nechetkikh mnozhestv i izmerenie nechetkosti], Moscow: Dialogue-MSU, 102 p. **10. Kosogov O.M.** (2015), Level change dynamics model of the information security of the system. [Model dynamiky zminy ravnii informatsiinoi bezpeky systemy], Kyiv: CMSR National University of Defense of Ukraine name by Ivan Chernyakhovski, No. 2 (54), pp. 76–79. **11. Kaufmann A., Gupta M.** (1991), Introduction to Fuzzy Arithmetic: Theory and Applications, Van Nostrand Reinhold, 161 p. **12. Pospelov D.S.** (1994), “Grey” and/or “black and white”. [“Siri” abo “chorno-bili” shkaly], Applied ergonomics. Spec. vol. The “Reflexine processes”, No. 1, pp. 15–21. **13. Nedosekin A. O.** (2003), Fuzzy pairwise comparisons, Audit and financial analysis. [Nechetkoe parnoe sravnenie], Audit i finansovyi analiz, No.5, p. 53. **14. Yager R.** (1993), Families of OWA operators, Fuzzy Sets and Systems. No. 59, pp. 53–59. **15. Protalinski O. M.** (2004), Application of artificial intelligence techniques in the automation technological processes. [Primenenie metodov iskusstvennogo intellekta pri avtomatizatsii tekhnologicheskikh protsessov], Astrakhan: publishing house of ASTU, 184 p.

Отримано: 13.08.2016 року.