

УДК 004+65.012.123

ІНТЕГРАЛЬНИЙ ПОКАЗНИК ФОРМУВАННЯ РІВНЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЗАХИСТУ ДАНИХ НА МОБІЛЬНИХ ПРИСТРОЯХ

І. В. Піх, Ю. Ф. Петяк, В. М. Сеньківський

*Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна*

Розроблено функціональну схему формування поточної ефективності систем захисту даних на мобільних пристроях, що відображає задекларований у роботі процес її поетапного нагромадження під час реалізації складових компонент. Побудовано математичні вирази, що в сукупності відтворюють математичну модель процесів формування рівнів ефективності компонент СЗД та інтегрального показника рівня ефективності системи. При заданих вихідних даних отримано граничні значення інтегрального показника. Візуалізовано динаміку поетапного формування значень рівнів прогнозованої поточної ефективності систем захисту даних у процесі їх проектування з графічним відображенням довірчого інтервалу значень рівнів ефективності компонент систем захисту даних на мобільних пристроях.

Ключові слова: *система захисту даних, рівень ефективності, фактор, мобільний пристрій, модель, інтегральний показник.*

Постановка проблеми. Інтенсивне зростання обсягів інформації, а отже, її передавання, зберігання та використання зумовили появу нових технічних, технологічних та організаційних засобів. Так з'явився новітній вид діяльності — інформаційні технології та один із найпоширеніших засобів їх обслуговування — мобільні пристрої різної конфігурації, потужності та призначення. Інформація стала одним із найдорожчих продуктів сучасності, предметом великого бізнесу і державної політики. У зв'язку з цим цілісність і недоторканість даних стали захистом прибутків ІТ-компаній та великих комп'ютерних корпорацій, а унеможливлення несанкціонованого доступу до інформації — засобом безпеки і надійної діяльності державних інституцій, що спонукає розроблення засобів прогностичного формування ефективності систем захисту даних на мобільних пристроях.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У проведених наукових розвідках з означеної тематики отримано результати, що стали преамбулою пропонованої статті, а саме: створено методологію оцінювання якості довільного процесу на основі використання інформаційних технологій та нечіткої логіки [1, 2]; синтезовано моделі пріоритетного впливу факторів на реалізацію технологічних процесів [3]; розраховано інтегральний показник якості книжкових видань [4]; синтезовано модель виокремлених факторів, що спричиняють загрози інформаційній безпеці мобільних пристроїв [5].

Мета статті — запропонувати математичну модель процесів формування ефективності компонент СЗД та інтегрального показника прогнозованого рівня ефективності систем загалом, виконати розрахунки їхніх числових значень.

Виклад основного матеріалу дослідження. Враховуючи концептуальну модель формування ефективності системи захисту даних на мобільних пристроях, логіку та суть опрацювання даних і лінгвістичних змінних (ідентифікованих факторами компонент СЗД), напрями руху інформаційних потоків, структурну модель системи захисту даних, можна вважати, що рівень ефективності СЗД на МП формується у двовимірній площині. Вертикальна вісь цього інформаційного простору «відповідає» за збільшення ефективності завдяки дії факторів, вплив яких акумулюється у кожній із компонент. Горизонтальна складова, особливо на передостанньому етапі, нагромаджує ефективності компонент, виражені деякими автономними показниками, що остаточно приводить до одержання інтегрального показника рівня ефективності систем захисту даних на мобільних пристроях.

Принагідно зауважимо, що розв'язання завдання, озвученого у назві статті, ґрунтуватиметься на даних результатах проектування та розрахунку альтернативних варіантів реалізації компонент СЗД на МП, отриманих у попередніх дослідженнях. Крім цього, аналітичне відображення процесу отримання результату потребує введення певних припущень, формулювання яких подамо у вигляді набору тверджень.

Твердження 1. Ефективність факторів у процесі формування рівнів ефективності компонент СЗД на МП співмірна з їх ваговим значенням.

Твердження 2. Прогнозований рівень ефективності компонент отримують на основі підсумування показників ефективності факторів, що належать до кожної з компонент, виражених відносними одиницями.

Твердження 3. Прогнозований рівень ефективності СЗД на МП забезпечує сумарна величина ефективності компонент. Це означає, що він може бути інтегральним показником рівня ефективності систем захисту даних на мобільних пристроях.

Твердження 4. Інтегральний показник рівня ефективності СЗД на МП є прогностичною оцінкою ефективності СЗД. Він вимірюється у відносних одиницях та акумулює в собі вагові значення факторів компонент.

Твердження 5. Прогностичне оцінювання рівня ефективності СЗД здійснюється на етапі її проектування, у процесі якого реалізація компонент відбувається поетапно від K1 до K5, що уможливило нагромадження ефективності по вертикалі (факторне) та горизонталі (компонентне).

На основі тверджень (1–5) побудуємо математичну модель процесу формування ефективності систем захисту даних на мобільних пристроях. Попередньо введемо допоміжні позначення для показників різного ступеня. Нехай рівень ефективності фактора, яку він передає відповідній компоненті, оцінюється факторіальним показником REF_{i,k_i} ($i = 1, 2, 3, 4, 5$), де індекс k_i ідентифікує кількість факторів i -ї компоненти. Отже, рівень ефективності компоненти відобразимо показником REK_i . Введемо також поточний показник ефективності системи захисту RES_p , який фіксуватиме прогнозований стан ефективності проектованої СЗД після реалізації кожної з компонент.

Враховавши сформульовані вище твердження і запропоновані позначення, відобразимо логіку формування (нагромадження) ефективності систем захисту даних на мобільних пристроях за допомогою наведеної нижче схеми.

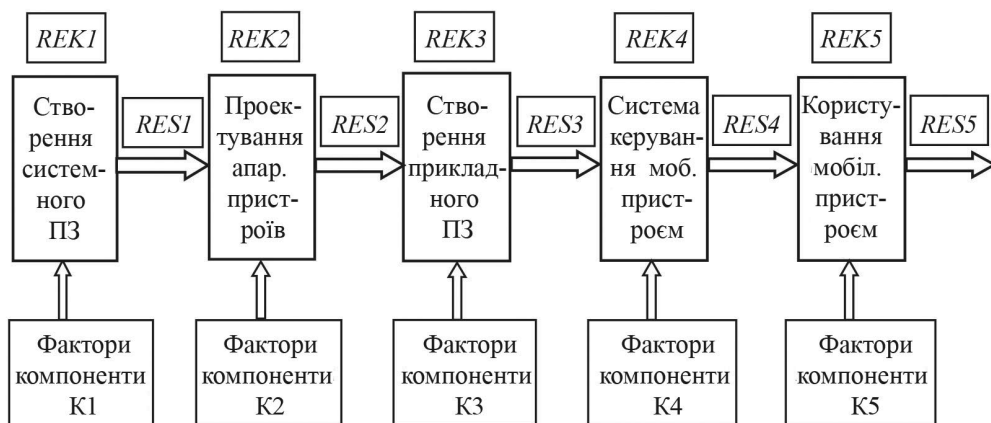


Рис. 1. Схема формування поточної ефективності у процесі проектування систем захисту даних на мобільних пристроях

Наведена вище схема уможливорює відтворення процесу формування рівня ефективності СЗД за допомогою математичних залежностей. Отже, одержимо вирази, які забезпечують розрахунок прогнозованих рівнів ефективності для кожної з п'яти компонент системи захисту даних.

$$REK_1 = REF_{1,1} + REF_{1,2} + \dots + REF_{1,k_1} = \sum_{j=1}^{k_1} REF_{1,j}; \quad (1)$$

$$REK_2 = REF_{2,1} + REF_{2,2} + \dots + REF_{2,k_2} = \sum_{j=1}^{k_2} REF_{2,j}; \quad (2)$$

$$REK_3 = REF_{3,1} + REF_{3,2} + \dots + REF_{3,k_3} = \sum_{j=1}^{k_3} REF_{3,j}; \quad (3)$$

$$REK_4 = REF_{4,1} + REF_{4,2} + \dots + REF_{4,k_4} = \sum_{j=1}^{k_4} REF_{4,j}; \quad (4)$$

$$REK_5 = REF_{5,1} + REF_{5,2} + \dots + REF_{5,k_5} = \sum_{j=1}^{k_5} REF_{5,j}. \quad (5)$$

Беручи до уваги вирази (1–5), отримаємо узагальнену формулу, що відтворює процес інформаційного формування прогнозованого рівня ефективності компонент СЗД, враховуючи факторіальні показники REF_{i,k_i} :

$$REK_i = \sum_{j=1}^{k_i} REF_{i,j} \quad (i = \overline{1,5}). \quad (6)$$

Оскільки компонента K_1 — створення системного ПЗ — є початковим у процесі проектування та, відповідно, формування ефективності СЗД, тому на виході цієї компоненти поточний показник ефективності системи RES_1 збігатиметься з показником рівня ефективності першої компоненти, тобто

$$RES_1 = REK_1 = \sum_{j=1}^{k_1} REF_{1,j}. \quad (7)$$

Згідно з твердженням 5 зростання ступеня ефективності у процесі проектування системи захисту даних відбувається поетапно через її нагромадження від першої компоненти до останньої. Це означає, що компонента K_2 — проектування апаратних пристроїв — додасть до поточної ефективності величину, яка дорівнює EK_2 . Врахувавши відношення (7), на виході другої компоненти матимемо:

$$RES_2 = RES_1 + REK_2 = REK_1 + REK_2 = \sum_{j=1}^{k_1} REF_{1,j} + \sum_{j=1}^{k_2} REF_{2,j}. \quad (8)$$

Продовження процесу нагромадження поточної ефективності завдяки решті компонент (етапів) приведе до такої залежності:

$$RES_3 = RES_2 + REK_3 = REK_1 + REK_2 + REK_3 = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{k_i} REF_{i,j}; \quad (9)$$

$$RES_4 = RES_3 + REK_4 = REK_1 + REK_2 + REK_3 + REK_4 = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^{k_i} REF_{i,j}; \quad (10)$$

$$RES_5 = RES_4 + REK_5 = REK_1 + REK_2 + \dots + REK_4 + REK_5 = \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^{k_i} REF_{i,j}. \quad (11)$$

Залежність (7–11), встановлена відповідно до схеми рис. 1, відтворює математичну модель процесу формування рівня ефективності СЗД на МП. Згідно із задекларованим принципом поетапного нагромадження позитивних характеристик системи та логікою утворення змінних показників вираз (11) (див. схему рис. 1), що відображає результат завершального етапу та ідентифікується показником RES_5 , назовемо інтегральним показником прогнозованого рівня ефективності СЗД на МП, позначивши його $IRES$.

Остаточного узагальненого виразу для розрахунку інтегрального показника прогнозованого рівня ефективності систем захисту даних на мобільних пристроях можна подати так:

$$IRES = \sum_{i=1}^5 RES_i = \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^{k_i} REF_{i,j}. \quad (12)$$

Вираз (12) підсумовує результат завдання, яке спочатку полягало в інформаційному трактуванні поняття ефективності системи та її вираженні відповідною математичною залежністю, що відтворює ієрархічну багаторівневість процесу формування ефективності.

Зрозуміло, що на інформаційному рівні показники ефективності факторів, компонент, інтегральний показник ефективності системи не супроводжуються числовим трактуванням та забезпечують розв'язання завдання на логіко-алгоритмічному рівні. Водночас, отримані раніше числові вагові значення факторів лише опосередковано і наближено свідчать про важливість зазначених чинників та їх визначальний вплив у тих чи інших процесах.

Як впливає з попереднього матеріалу, вихідні дані описують звичайною мовою, тому їх прийнято називати лінгвістичними змінними [6, 7]. Для отримання числового вираження результатів перетворень над лінгвістичними змінними використаємо значення багатофакторних оцінок корисності, отриманих у процесі проектування і розрахунку альтернативних варіантів реалізації компонент системи захисту даних на МП на основі функцій корисності факторів множин Парето. Врахуймо також вагові коефіцієнти важливості компонент, тобто їх переваги у процесі формування ефективності системи захисту.

Рівень ефективності системи захисту даних ототожнимо із значенням об'єднаного функціоналу системи, розрахунок якого виконаємо відповідно до теореми методу багатокритеріальної теорії корисності [3]. Візьмімо до уваги і те, що числові значення функцій корисності факторів та багатофакторних функцій корисності альтернативних варіантів реалізації компонент, помножені на вагові значення вказаних чинників, тотожні величинам рівнів ефективності, привнесених у загальний рівень показника ефективності системи захисту даних на мобільних пристроях.

Для розрахунку динаміки формування рівня ефективності системи захисту даних скористаймося алгоритмом, описаним математичною залежністю (7–11) та схемою її формування на рис. 1.

Виокремимо вихідні дані для розрахунку рівня ефективності СЗД, згрупувавши їх за належністю до компонент у вигляді табл. 1.

Таблиця 1

Вихідні дані ефективності компонент системи захисту даних

Номер компоненти i	Назва компоненти (етапу формування ефективності системи)	Вага компоненти w_i	Функції корисності компонент системи		
			$U_{i,1}$	$U_{i,2}$	$U_{i,3}$
1	Створення системного ПЗ	0.26	0.350	0.253	0.395
2	Проектування апаратних пристроїв	0.52	0.299	0.514	0.178
3	Створення прикладного ПЗ	0.06	0.615	0.215	0.169
4	Впровадження формаційної системи контролю МП	0.12	0.226	0.509	0.265
5	Користування МП	0.04	0.464	0.317	0.219

Розрахуймо рівні поточної ефективності СЗД на МП з урахуванням вихідних даних табл. 1, отриманих у процесі проектування альтернативних варіантів реалізації компонент системи. Стосовно мінімальних значень рівнів поточної ефективності отримаємо такі результати:

$$\begin{aligned} \min RES_1 &= \min REK_1 = w_1 \times U_{1,2} = 0.26 \times 0.253 = 0.066; \\ \min RES_2 &= 0.066 + w_2 \times U_{2,3} = 0.066 + 0.52 \times 0.178 = 0.158; \\ \min RES_3 &= 0.158 + w_3 \times U_{3,3} = 0.158 + 0.06 \times 0.169 = 0.168; \\ \min RES_4 &= 0.168 + w_4 \times U_{4,1} = 0.168 + 0.12 \times 0.226 = 0.195; \\ \min RES_5 &= 0.195 + w_5 \times U_{5,3} = 0.195 + 0.04 \times 0.219 = 0.204. \end{aligned} \quad (13)$$

Отож, максимальна вагомість рівнів поточної ефективності така:

$$\begin{aligned} \max RES_1 &= \max REK_1 = w_1 \times U_{1,3} = 0.26 \times 0.395 = 0.103; \\ \max RES_2 &= 0.103 + w_2 \times U_{2,2} = 0.103 + 0.52 \times 0.514 = 0.370; \\ \max RES_3 &= 0.370 + w_3 \times U_{3,1} = 0.370 + 0.06 \times 0.615 = 0.407; \\ \max RES_4 &= 0.407 + w_4 \times U_{4,2} = 0.407 + 0.12 \times 0.509 = 0.468; \\ \max RES_5 &= 0.468 + w_5 \times U_{5,1} = 0.468 + 0.04 \times 0.464 = 0.486. \end{aligned} \quad (14)$$

Результати розрахунків мінімальних і максимальних значень поточних рівнів ефективності системи з використанням групової залежності (13,14) наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Значення рівнів ефективності системи захисту даних

	Значення рівнів поточної ефективності СЗД на МП				
	K1	K2	K3	K4	K5
$\min RES_i$	0.066	0.158	0.168	0.195	0.204
$\max RES_i$	0.103	0.370	0.407	0.468	0.486

Використовуючи дані з табл. 2, графічно зобразимо динаміку поетапного формування мінімального та максимального значень рівнів прогнозованої поточної ефективності систем захисту даних на мобільних пристроях у процесі їх проектування (рис. 2).

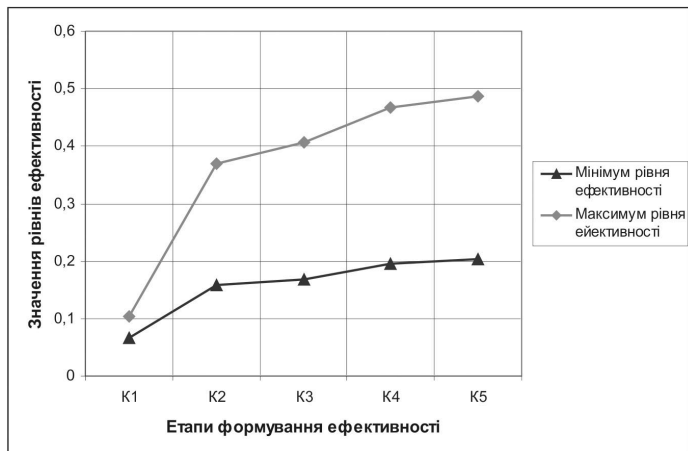


Рис. 2. Візуалізація процесу формування ефективності систем захисту даних на мобільних пристроях

Зауважимо, що значення рівнів ефективності отримано при значеннях вихідних даних, які були задіяні у процесі визначення альтернатив реалізації компонент. На рис. 2 графіки окреслюють інтервал можливих значень прогнозованої ефективності. Як було сказано вище, значення рівнів у точці K5 визначає граничні межі зміни інтегрального показника рівня ефективності системи захисту загалом, тобто його мінімальну та максимальну величину. Отже, одержимо:

$$\min IRES = \sum_{i=1}^5 \min RES_i = \sum_{i=1}^5 w_i \times \min U_{i,j} = 0.204, \quad (j = \overline{1,3}); \quad (15)$$

$$\max IRES = \sum_{i=1}^5 \max RES_i = \sum_{i=1}^5 w_i \times \max U_{i,j} = 0.486, \quad (j = \overline{1,3}). \quad (16)$$

Таким чином, розрахована величина інтегрального показника прогнозованого рівня ефективності СЗД на МП матиме такі межі:

$$\min IRES = 0.204; \quad \max IRES = 0.486. \quad (17)$$

Згідно з теоремою методу багатокритеріальної теорії корисності багатofакторна функція корисності $0 \leq U(x) \leq 1$, тому крайні межі інтервалу значень інтегрального показника будуть аналогічними, тобто

$$\min IRES \geq 0; \quad \max IRES \leq 1. \quad (18)$$

У реальних умовах інтегральний показник рівня ефективності не може досягти крайніх точок, тому більш виправданою буде строга нерівність:

$$0 < IRES < 1. \quad (19)$$

Висновки. Отже, можна зробити такий висновок: що ближче значення інтегрального показника до одиниці, то більшою буде прогнозована ефективність проектованої системи захисту даних на мобільних пристроях. Керувати цим процесом можна за наявності програми автоматизованого розрахунку рівнів ефективності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дурняк Б. В. Інформаційні технології прогнозування та забезпечення якості видавничо-поліграфічних процесів (методологія вирішення проблеми) / Б. В. Дурняк, В. М. Сеньківський, І. В. Піх // Технологічні комплекси. — 2014. — № 1 (9). — С. 21–24.
2. Піх І. В. Інформаційні технології моделювання видавничих процесів : навч. посіб. / І. В. Піх, В. М. Сеньківський. — Львів : Укр. акад. друкарства, 2013. — 220 с.
3. Сеньківський В. М. Теоретичні основи забезпечення якості видавничо-поліграфічних процесів (Частина 3. Проектування альтернативних варіантів) / В. М. Сеньківський, І. В. Піх, Ю. Ф. Петяк, І. В. Калиній // Наукові записки [Української академії друкарства]. — 2016. — № 2 (53). — С. 47–56.
4. Гавенко С. Ф. Інтегральний прогноз якості книжкових видань / С. Ф. Гавенко, В. М. Сеньківський, Н. Є. Сеньківська // Наукові записки [Української академії друкарства]. — 2012. — № 1 (38). — С. 144–148.
5. Петяк Ю. Ф. Модель факторів загроз інформаційній безпеці мобільних пристроїв / Ю. Ф. Петяк // Квалілогія книги. — 2015. — № 1 (27). — С. 76–83.
6. Лямець В. І. Системний аналіз. Вступний курс. — 2-е вид., перероб. та допов. / В. І. Лямець, А. Д. Тевяшев. — Х. : ХНУРЕ, 2004. — 448 с.
7. Саати Т. Принятие решений (Метод анализа иерархий) / Т. Саати. — М. : Радио и связь, 1993. — 224 с.

AN INTEGRAL INDEX OF EFFICIENCY LEVEL FORMATION OF
DATA PROTECTION SYSTEMS ON MOBILE DEVICES

I. V. Pikh, Yu. F. Petyak, V. M. Senkivskyi

*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine*

We have developed a functional scheme of the formation of the current effectiveness of data protection systems on mobile devices, reflecting the declared in the process of its gradual accumulation in the course of implementation component. Mathematical expressions have been designed that together recreate the mathematical model of processes of formation of levels of component efficiency of data protection system, and an integrated indicator of the system efficiency. We have obtained the limit values of the integral indicator for given initial data. The dynamics of the gradual formation of values of the levels of projected current effectiveness in data protection systems has been visualized in their design process with a graphical display of the confidence interval of the values of the levels of the component efficiency of data protection system on mobile devices.

Keywords: *data protection system, level of efficiency, factor, mobile device, model, integral index.*

Стаття надійшла до редакції 11.07.2016.