

КОМПЛЕКСНЕ ОЦІНЮВАННЯ ПРОЄКТІВ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ

© Грицюк Ю.І., Кузьменко І.С., 2013

Проаналізовано метод комплексного оцінювання проєктів впровадження системи захисту інформації (СЗІ), які ґрунтуються на формуванні відповідного показника, значення якого в агрегованому вигляді відображає певні цілі вибраної стратегії управління інформаційною безпекою. З'ясовано, що серед осіб, які приймають остаточні рішення, значну популярність набув метод формування показника комплексного оцінювання проєктів на основі побудови ієрархічної структури (дерева) критеріїв. На кожному рівні цієї ієрархії будується показник агрегованого оцінювання критеріїв попереднього рівня. Особливістю ієрархічної структури є агрегування в кожному вузлі дерева лише двох критеріїв чи показників їх оцінювання, що є основною перевагою цього методу.

Ключові слова: система захисту інформації (СЗІ), критерії оцінювання СЗІ, показники агрегованого та комплексного оцінювання критеріїв, експертна оцінка, метод ієрархічної структури критеріїв, система прийняття рішень.

The paper analyses the method of complex evaluation of projects for the implementation of security information system (SIS), which are based on the formation of the corresponding parameter whose value in aggregate form displays certain objectives of the chosen strategy for information security management. It was found out that the method of forming an integrated project evaluation index based on constructing the hierarchical structure (tree) of criteria has gained popularity with the final decision makers. On each level of this hierarchy, an aggregate evaluation indicator for criteria of the previous level is constructed. The specific feature of this hierarchical structure is aggregation of only two criteria or indicators of their evaluation at each tree node, which is the main advantage of this method.

Key words: security information system (SIS), SIS evaluation criteria, indicators of aggregated and comprehensive evaluation criteria, peer review, hierarchical structure criteria method, decision-making system.

Вступ

Щоб врахувати декілька критеріїв оцінювання проєктів впровадження системи захисту інформації (СЗІ) [6, 8, 9], наприклад, у будь-який підрозділ ДСНС України, доводиться розв'язувати багатокритеріальну задачу пошуку оптимального варіанта з множини допустимих [13, 18]. Як правило, мета і завдання впровадження таких систем ЗІ здебільшого суперечливі [9]. Так, збільшення доступності інформації часто призводить до зменшення її цілісності. Великі витрати на підвищення конфіденційності інформації значно ускладнюють програмно-технічні засоби досягнення її доступності і т.д. Тому задача вибору оптимального проєкту впровадження СЗІ з урахуванням критеріїв цілісності, доступності та конфіденційності інформації належить до задач багатокритеріальної оптимізації [1, 19]. Існує декілька підходів до розв'язання такого класу задач, більшість з яких так чи інакше пов'язані з формуванням показника комплексного оцінювання допустимого варіанта [3, 5, 7], значення якого в агрегованому чи комплексному вигляді відображає певну стратегію впровадження СЗІ у структурні підрозділи ДСНС України.

Мета роботи полягає в розробленні методики комплексного оцінювання проектів впровадження СЗІ з врахуванням критеріїв цілісності, доступності та конфіденційності інформації. Для реалізації зазначеної мети потрібно вирішити такі основні завдання: з'ясувати особливості управління проектами впровадження СЗІ методом ієрархічної структури критеріїв; розробити алгоритм вибору оптимального проекту впровадження СЗІ з врахуванням вартості його реалізації; зробити відповідні висновки.

1. Управління проектами впровадження СЗІ методом ієрархічної структури критеріїв

- **Захист інформації** (англ. Data protection) – сукупність методів і засобів, які забезпечують цілісність, доступність і конфіденційність інформації за умов впливу на неї загроз природного або штучного характеру, реалізація яких може зашкодити власникам і користувачам інформації [9].

Захищають інформацію для підтримки таких її властивостей:

- **цілісність** (англ. Integrity) – захист інформації від несанкціонованої модифікації чи видалення її частини;
- **доступність** (англ. Availability) – захист (забезпечення) доступу до інформації, а також можливості її санкціонованого використання з будь-якого місця і у довільний час;
- **конфіденційність** (англ. Confidentiality, privacy) – захист інформації від несанкціонованого ознайомлення з нею.

Сучасні СЗІ підтримують зазначені властивості різними технічними засобами [1] за допомогою відповідного програмного забезпечення через сучасні інформаційно-комунікаційні канали з метою ідентифікації та застосування промислових стандартів інформаційної безпеки. Усе це забезпечується шляхом підтриманням СЗІ у робочому стані, а також завдяки способам, які дають змогу швидко відновити втрачену чи пошкоджену інформацію. Використання різноманітних механізмів захисту інформації та запобігання її витоку відбувається на трьох рівнях: фізичному, індивідуальному та організаційному [18]. По суті, процедури або правила запроваджуються для інформування адміністраторів, користувачів і операторів щодо використання різної захисної продукції для гарантування як інформаційної безпеки, так і безпеки інформаційних технологій у межах організацій їх експлуатації.

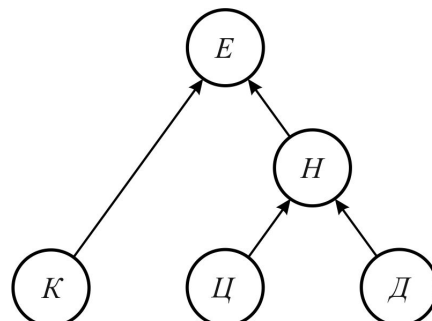
Ефективність використання у підрозділах ДСНС України наявних і впровадження нових СЗІ залежить від багатьох постійних та випадкових чинників, зокрема і від процедури прийнятих рішень і їхнього практичного втілення в життя [12, 15, 19]. Для того, щоб управлінське рішення було дієвим і ефективним, потрібно дотримуватися відповідних методів, апробованих методик і визначених методологічних основ щодо їх прийняття.

Прийняття рішення (ПР), як правило, взаємопов'язане з вибором напрямку дії [8, 9]. Важко прийняти ефективне рішення без спеціального опрацювання різноманітних альтернатив. Як показує практика, більшість рішень, прийнятих керівниками відділу безпеки інформаційних технологій чи відділу інформаційно-телекомунікаційних систем, ґрунтуються на їхній інтуїції, власному досвіді роботи або на горезвісному “може вдасться”. Такий підхід нерідко призводить до помилок, розчарувань, непередбачених витрат і неминучих втрат.

У процесі вироблення та прийняття рішень особі, яка їх приймає (ОПР), доводиться враховувати велику кількість показників, критеріїв, чинників, що впливають на мету, поставлену в технічному завданні [1]. Прийняти “правильне” рішення означає вибрати таку альтернативу (такий варіант дії) з множини допустимих, яка максимально сприятиме досягненню поставленої мети. Окрім цього, практично в будь-яких реальних завданнях існують різного роду невизначеності, пов'язані з суперечливістю критеріїв, неповнотою знань про вирішувану проблему, неможливістю кількісного вимірювання тих або інших показників чи врахування випадкових чинників. Досягнення сучасних інформаційних технологій дають змогу говорити про розроблення методів і систем прийняття рішень, головним призначенням яких є допомога в процесі вибору оптимального варіанта (проекту), наприклад, впровадження СЗІ у підрозділи ДСНС України з множини допустимих.

Під час прийняття рішень свого часу великої популярності набув метод формування показника комплексного оцінювання критеріїв на основі побудови ієрархічної структури (дерева) критеріїв відбору. Цей метод досліджували такі вчені, як С.Д. Бешелев [2], В.Н. Бурков [3], Е.П. Ільїна [11], М.М. Кітаєв [12], В.П. Корнієнко [13], В.Б. Кузьмін [14], Б.Г. Литвак [15], Л.А. Панкова [16], В.В. Подіновський [17]. Ідея методу полягає в тому, що всі критерії організуються в певну ієрархічну структуру [11]. На кожному рівні цієї ієрархії будується показник агрегованого оцінювання критеріїв попереднього рівня.

Рис. 1. Ієрархічна структура критеріїв комплексного оцінювання проектів впровадження СЗІ



На рис. 1 наведено ієрархічну структуру для трьох критеріїв [2] оцінювання проектів впровадження СЗІ у підрозділі ДСНС України, які забезпечують конфіденційність інформації, гарантують ступінь її цілісності та відповідний рівень доступності (позначимо їх буквами *K*, *Ц* та *Д*) [2, 13]. Спочатку потрібно об'єднати критерій оцінювання ступеня цілісності інформації (*Ц*) з критерієм її доступності (*Д*) в один агрегований показник оцінювання рівня надійності роботи (*H*) системи ЗІ. Далі, об'єднуючи агрегований показник надійності роботи (*H*) системи ЗІ з критерієм забезпечення конфіденційності інформації (*K*), отримуємо показник комплексного оцінювання ефективності роботи (*E*) впровадженої СЗІ, екстремальне значення якого може забезпечити відібраний проект з множини допустимих.

Особливістю ієрархічної структури, наведеної на рис. 1, є агрегування в кожному вузлі дерева лише двох критеріїв чи показників, що є надзвичайною перевагою цього методу над іншими [19, 20]. Річ у тім, що показник комплексного оцінювання проектів має відображати важливі пріоритети стратегії впровадження СЗІ. Встановлення кожного з цих пріоритетів, а отже, і утворення цього показника має проводитися першими особами (керівником організації, його заступниками, керівником відділу безпеки інформаційних технологій чи керівником відділу інформаційних і телекомунікаційних систем тощо), тобто особами, які приймають остаточні рішення [5, 16, 18]. Тут вони стикаються з суто психологічною проблемою. Зазвичай відповідальна особа здатна ефективно оцінювати (порівнювати) тільки обмежену кількість проектів, і краще, якщо на кожному кроці їй доводиться порівнювати відібрані проекти не більше ніж за двома критеріями чи показниками.

Порівнювати проекти впровадження СЗІ за двома критеріями зручно, подаючи результати їх оцінювання (експертні оцінки) у вигляді таблиці (матриці). Заздалегідь перейдемо до дискретної шкали оцінок за кожним критерієм, використовуючи для цього п'ятибальну шкалу: критично, погано, задовільно, добре, відмінно або в числових оцінках: один, два, три, чотири, п'ять. У цих самих шкалах відобразимо агреговані та комплексні значення показників оцінювання відповідних варіантів (проектів). На рис. 2 наведено приклад згортання критерію “цілісність” (*Ц*) з критерієм “доступність” (*Д*) інформації, внаслідок чого отримуємо значення агрегованого показника оцінювання рівня надійності роботи (*H*) системи ЗІ, яким можуть відповідати аналізовані проекти СЗІ.

5	2	3	4	5	5
4	2	3	4	4	4
3	1	2	3	3	4
2	1	2	3	3	3
1	1	1	2	2	3
Д / Ц	1	2	3	4	5

Рис. 2. Матриця згортання критерію цілісності інформації (*Ц*) з критерієм її доступності (*Д*)

Як вже наголошувалося вище, ця матриця відображає користувацько-виробничі пріоритети відбору проектів впровадження СЗІ [4, 6, 8]. Так, за критичного стану рівня доступу до інформації та недостатньої її цілісності пріоритету немає жоден з критеріїв. У разі задовільного рівня доступності інформації та недостатньої її цілісності пріоритет надається критерію оцінювання ступеня цілісності інформації. Якщо доступність інформації має хорошу оцінку, а ступінь її цілісності є задовільною, то агрегований показник оцінювання рівня надійності роботи (H) системи ЗІ набуває значення “добре”. Якщо ж навпаки (оцінка “добре” за ступенем цілісності інформації та “задовільно” – щодо її доступності), то надійність роботи системи ЗІ оцінюється на “задовільно”. Із зростанням ступеня цілісності інформації пріоритет зміщується у бік критерію рівня її доступності. Зокрема, надійність роботи системи ЗІ з оцінкою “відмінно” можлива лише при оцінці “відмінно” за критерієм рівня доступності інформації, водночас ступінь її цілісності при цьому може оцінюватися навіть на “добре”.

Маючи агреговані значення показника оцінювання рівня надійності роботи (H) впровадженої СЗІ, можемо побудувати матрицю згортання за показником рівня надійності її роботи (H) та критерієм забезпечення конфіденційності інформації (K), внаслідок чого отримаємо значення показника комплексного оцінювання ефективності роботи (E) системи ЗІ. Приклад значень показника такого оцінювання наведено на рис. 3.

5	3	3	4	5	5
4	2	3	4	4	5
3	2	2	3	3	4
2	1	2	3	3	4
1	1	1	2	2	3
H / K	1	2	3	4	5

Рис. 3. Матриця згортання показника надійності роботи (H) системи ЗІ з критерієм забезпечення її конфіденційності (K)

Тут також можна відзначити таку зміну системи пріоритетів [1, 3, 16]. За критичного стану забезпечення конфіденційності інформації (K) та навіть поганого значення показника надійності роботи (H) системи ЗІ пріоритет має критерій забезпечення її конфіденційності. При задовільному або хорошому значенні показника оцінювання рівня надійності роботи системи ЗІ пріоритет зміщується у бік критерію забезпечення конфіденційності інформації. Якщо ж конфіденційність інформації (K) має хорошу оцінку та задовільну за надійністю роботи системи ЗІ, то значення показника комплексного оцінювання ефективності роботи (E) системи ЗІ є задовільним. Відповідно спостерігається зворотна картина (оцінка “добре” за надійністю роботи системи ЗІ і “задовільно” щодо забезпечення конфіденційності інформації) – показник (E) оцінюється на “добре”. При значенні показника оцінювання рівня надійності роботи системи ЗІ на “добре” хороші значення має критерій забезпечення конфіденційності інформації з оцінкою “задовільно” і “добре”, а коли (H) має оцінку “відмінно” – критерій (K) сягає максимального значення. Нарешті, при оцінці “відмінно” щодо забезпечення конфіденційності інформації показник комплексного оцінювання ефективності роботи (E) системи ЗІ сягає значення “відмінно” тоді, коли значення показника оцінювання рівня надійності її роботи (H) становить навіть “добре”.

Граничні межі, що відокремлюють погані стани систем ЗІ від задовільних, задовільні від хороших і хороші від відмінних, можна також визначити по-різному, проте ці межі можуть і мають змінюватися з часом. Так, стан системи ЗІ з оцінкою “погано” відповідає сьогоденню і за забезпеченням конфіденційності інформації, і за ступенем її цілісності, і за рівнем її доступності. Стан “задовільно” може відповідати середнім значенням відповідних показників у наявних СЗІ в усіх структурних підрозділах ДСНС України та в деяких інших відомчих організаціях. Стан “добре” відповідає кращим значенням показників у багатьох відомчих організаціях країни, а “відмінно” – середнім значенням стану як у самій країні, так і в інших країнах і аналогічних організаціях. У разі зростання ефективності роботи самої СЗІ, покращення ступеня цілісності та

доступності інформації для всіх потенційних її користувачів система пріоритетів може змінитися. Так, стан “відмінно” може відповідати кращим значенням відповідних показників ефективності роботи СЗІ у провідних країнах світу.

Обидві матриці, об’єднані в графічну схему встановлення значення показника комплексного оцінювання ефективності роботи проекту впровадження СЗІ, наведено на рис. 4. Маючи дерево згортання критеріїв, можна оцінювати будь-який проект системи ЗІ, після чого можна вибирати оптимальний варіант з множини допустимих. Для цього кожен проект системи ЗІ опишемо множиною критеріїв $X^{0S} = \{x_{Ц}, x_{Д}, x_{К}\}$, значення яких визначають рівень його вагомості.

Приклад 1. Потрібно розв’язати задачу вибору множини проектів впровадження СЗІ у підрозділ ДСНС України, який забезпечуватиме перехід від стану системи ЗІ з оцінкою “погано” до стану з оцінкою “задовільно”.

• Для розв’язання цієї задачі визначимо поняття напружених варіантів (проектів) впровадження СЗІ [3, 10]. Вважатимемо, що варіант x_1 називається напруженим, якщо не існує іншого варіанта x_2 , який має аналогічне значення показника агрегованого чи комплексного оцінювання, у якого значення кожного з критеріїв не вищі, ніж у варіанта x_1 . Наприклад, варіант $X_1^{0S} = \{2, 2, 4\}$, який має комплексну оцінку $E = 3$, не є напруженим, оскільки є варіант $X_2^{0S} = \{2, 2, 3\}$, який має аналогічне значення показника комплексного оцінювання, водночас значення кожного з критеріїв не перевищують значень аналогічних критеріїв варіанта X_1^{0S} . Оскільки для варіанта X_2^{0S} інших варіантів немає, він є напруженим.

Призначення поняття напружених варіантів полягає в тому, щоб усі поточні варіанти (проекти) впровадження СЗІ, які забезпечують набуття необхідного значення показника його комплексного оцінювання, були напруженими. Фактично напружені варіанти – це парето-оптимальні варіанти в просторі критеріїв, що розглядаються. Отож, при розв’язанні задачі вибору множини варіантів (проектів) впровадження СЗІ, яка забезпечуватиме перехід від стану “погано” до стану “задовільно”, ми можемо обмежитися аналізом тільки напружених варіантів.

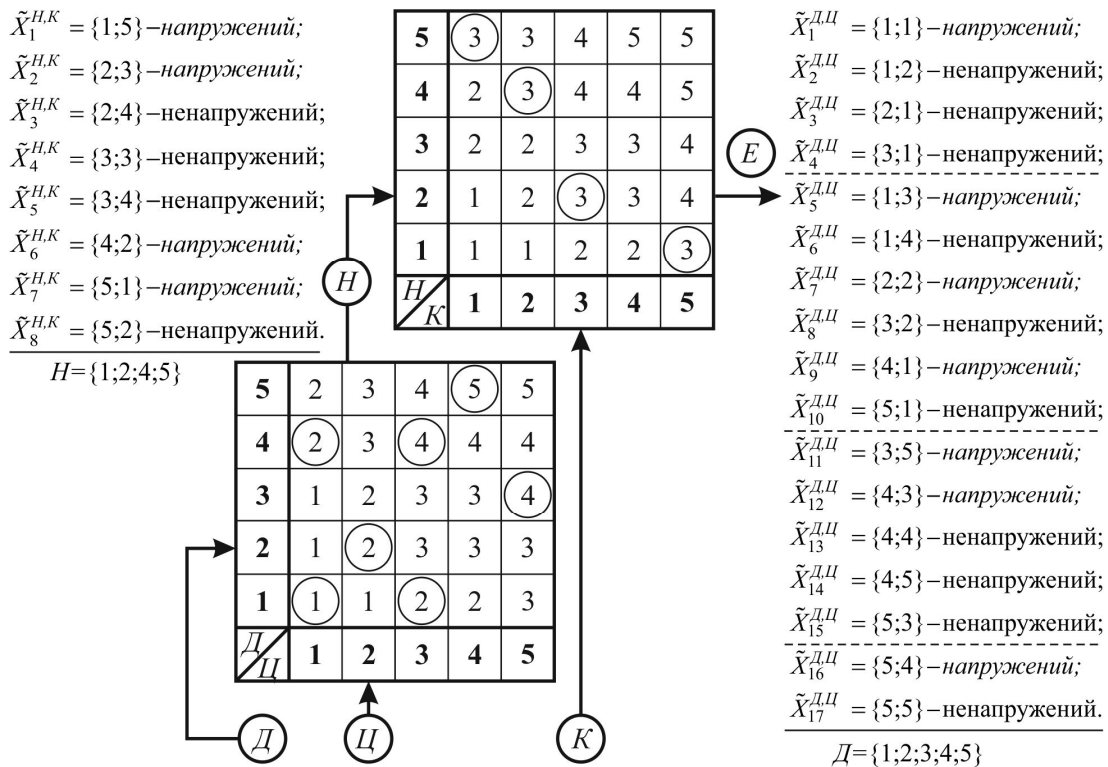


Рис. 4. Схема формування показника комплексного оцінювання ефективності роботи проекту впровадження СЗІ

Опишемо алгоритм пошуку всіх напружених варіантів (проектів) впровадження СЗІ у підрозділ ДСНС України.

Нехай поставлено задачу переходу із стану $X_0^{\%S} = \{2, 2, 2\}$ зі значенням показника комплексного оцінювання “погано” в стан $X_1^{\%S} = \{3, 3, 3\}$ з його значенням “задовільно”. Спочатку розглядаємо матрицю згортання критеріїв оцінювання рівня надійності роботи (H) системи ЗІ та забезпечення конфіденційності інформації (K). Позначаємо всі елементи матриці H/K , які мають значення показника 3 (задовільно, рис. 4) і які є напруженими, тобто тільки ті, які знаходяться зліва і знизу від них. Для отримання кожного із цих станів системи ЗІ необхідно досягають, коли відповідних значень за агрегованим показником рівня надійності роботи (H) системи ЗІ і за критерієм забезпечення конфіденційності інформації (K). Так, стану системи ЗІ зі значенням показника комплексного оцінювання 3 досягають, коли набувають значення 1 за агрегованим показником “ H ” і значення 5 – за критерієм “ K ” і т.д. Загалом отримуємо 8 таких варіантів, серед яких маємо чотири напружених, а саме: $X_1^{H,K} = \{1;5\}:(2)$, $X_2^{H,K} = \{2;3\}:(2)$, $X_6^{H,K} = \{4;2\}:(2)$ і $X_7^{H,K} = \{5;1\}:(2)$. На рис. 4 у матриці H/K позначено кружечком значення комплексних показників ефективності роботи (E) системи ЗІ, яких потрібно досягти для отримання кожного з чотирьох вказаних вище станів системи ЗІ.

Забезпечення конфіденційності інформації (K) є початковим критерієм оцінювання стану системи ЗІ, водночас як надійність її роботи (H) – агрегованим показником її оцінювання. Тому далі розглядаємо матрицю згортання критеріїв доступності (D) і цілісності (I), на основі якої потрібно вказати всі напружені варіанти, які за агрегованим показником оцінювання рівня надійності роботи (H) системи ЗІ дають такі значення: $\{1; 2; 4; 5\}$. Так, наприклад, значення 1 (“критично”) за агрегованим показником “ H ” можна отримати чотирма способами: $X_1^{D,I} = \{1;1\}$, $X_2^{D,I} = \{1;2\}$, $X_3^{D,I} = \{2;1\}$ і $X_4^{D,I} = \{3;1\}$, значення 2 – шістьма способами: $X_5^{D,I} = \{1;3\}$, ..., $X_{10}^{D,I} = \{5;1\}$, значення 4 – п'ятьма способами: $X_{11}^{D,I} = \{3;5\}$, ..., $X_{15}^{D,I} = \{5;3\}$, а значення 5 – отримується всього двома способами: $X_{16}^{D,I} = \{5;4\}$ і $X_{17}^{D,I} = \{5;5\}$.

Серед усіх 17 проаналізованих варіантів стану системи ЗІ тільки 7 з них є напруженими, а саме: варіант $X_1^{D,I} = \{1;1\}:(1)$ відповідає збереженню наявного стану щодо рівня доступності інформації (D) та ступеню її цілісності (I); варіант $X_5^{D,I} = \{1;3\}:(2)$ відповідає деякому покращенню ступеню цілісності інформації; варіант $X_7^{D,I} = \{2;2\}:(2)$ свідчить про відсутність надання пріоритетів будь-якому критерію; варіант $X_9^{D,I} = \{4;1\}:(2)$ відповідає значному покращенню рівня доступності інформації; варіант $X_{11}^{D,I} = \{3;5\}:(4)$ відповідає відмінному ступеню цілісності інформації за середнього рівня її доступності; варіант $X_{12}^{D,I} = \{4;3\}:(4)$ відповідає хорошему рівню доступності інформації та середньому ступеню її цілісності; варіант $X_{16}^{D,I} = \{5;4\}:(5)$ відповідає практично відмінному рівню доступності інформації та хорошему ступеню цілісності інформації.

Внаслідок виконання таких дій отримано граф (рис. 5), який називається множиною напружених варіантів переходу системи з одного стану в інший. Як видно з алгоритму його побудови, він містить всі напружені варіанти (проекти) стану системи ЗІ, що мають значення показника комплексного їх оцінювання “задовільно”.

Для отримання якого-небудь напруженого варіанта необхідно виконати такі дії. Розглядаємо початкову вершину (вхід) множини розв'язків. З неї виходять чотири дуги. Беремо будь-яку з них, наприклад, дугу, яка веде у вершину $X_2^{H,K} = \{2;3\}$, з якої також виходять дві дуги. Позначаємо обидві ці дуги. Дуга, яка веде у вершину 3 за критерієм “ K ”, вказує на те, що за ним потрібно

досягти стану “задовільно”. Дуга, яка веде у вершину 2 за показником “ H ”, вказує на те, що за ним потрібно досягти стану “погано”. З трьох перехідних варіантів досягнення значення 2 за показником “ H ” вибираємо будь-який (наприклад, варіант $X_9^{D,C} = \{4;1\}$, який відповідає оцінці “добре” за критерієм “ D ”, і оцінці “критично” – за критерієм “ C ”. Отриманому напруженому варіанту відповідає підграф множини розв'язків, виділений на рис. 5 товстими дугами. Він визначає такий напружений варіант (проект) стану системи ЗІ $X^{D,C,K} = \{4;1;3\}$.

Маючи множину напружених варіантів (проектів) стану системи ЗІ, неважко визначити ту їх кількість, яка забезпечить отримання необхідного значення показника комплексного оцінювання проектів впровадження СЗІ. Для цього застосовуємо такий алгоритм індексації (позначки) вершин множини розв'язків [3]:

1-й крок. Позначаємо кінцеві вершини множини розв'язків індексами зі значенням 1 (на рис. 5 індекси вершин вказані у верхній половині квадратів і кружечків);

2-й крок. Рухаючись знизу догори, послідовно позначаємо всі вершини. Індекс вершини-кружечка дорівнює добутку індексів суміжних з нею двох вершин нижнього рівня. Індекс вершини-квадрата на рисунку відповідає сумі індексів суміжних з нею вершин нижнього рівня. Індекс початкової вершини-квадрата визначає кількість напружених варіантів.

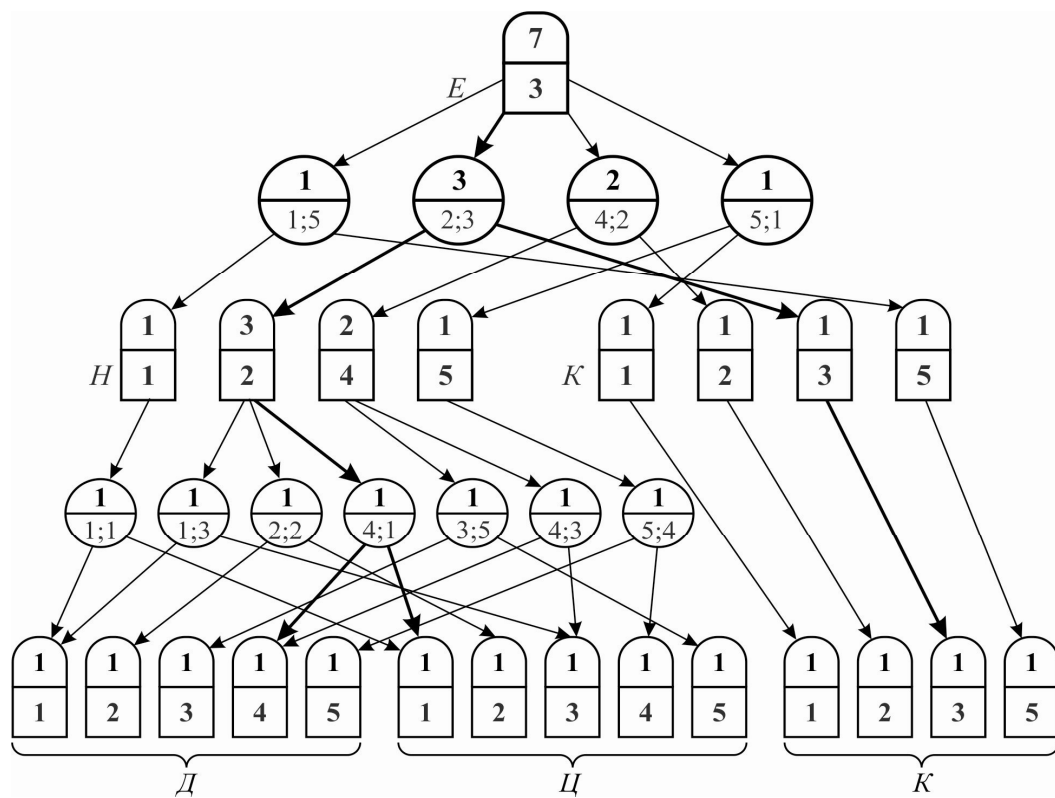


Рис. 5. Граф множини напружених варіантів (проектів) впровадження СЗІ

Обґрунтування працездатності цього алгоритму безпосередньо виходить з описаного способу визначення індексів. Індеси вершин вказано на рис. 5 у верхній частині вершин. Кількість напружених варіантів становить 7.

2. Алгоритм вибору оптимального проекту впровадження СЗІ

Побудувавши множину напружених варіантів системи ЗІ, можна розв'язувати різні задачі формування множини допустимих проектів впровадження СЗІ з урахуванням чинників вартості та ризику реалізації [4, 6]. Розглянемо спочатку задачу вибору проекту впровадження СЗІ, який

забезпечує досягнення поставленої мети з мінімальними витратами на його реалізацію. Нехай для i -го критерію визначено витрати

$$S_i^{\%} = \{s_{ij}, j = \overline{1, n}, i = \overline{1, m}\},$$

необхідні для забезпечення j -го рівня ефективності роботи (E) системи ЗІ. Це означає, що розроблено множину допустимих проектів впровадження СЗІ, виконання яких забезпечує зростання критерію до j -го рівня. Вважатимемо, що варіанти за різними критеріями незалежні, тобто варіант за i -м критерієм не впливає на інші варіанти впровадження СЗІ. У цьому випадку існує ефективний алгоритм визначення оптимального проекту впровадження СЗІ з мінімальною вартістю його реалізації [8]. В основу цього алгоритму також покладено метод індексації вершин множини напружених варіантів знизу догори.

Позначаємо нижні вершини множини розв'язків елементами s_{ij} . Вершини наступного (вищого) рівня множини напружених варіантів позначатимемо тільки після того, як позначимо всі суміжні вершини рівня, що знаходиться нижче. При цьому елемент вершини-квадрата (у таких вершинах записується одне число – значення відповідного агрегованого показника) відповідає мінімальному з елементів суміжних вершин-кружечків нижчого рівня, а елемент вершини-кружка (у кружку записано два числа – це пара значень показників нижнього рівня, агрегування яких дає відповідне значення показника верхнього рівня) дорівнює сумі елементів суміжних вершин-квадратів нижчого рівня.

За умови дотримання такого алгоритму значення елемента початкової вершини-квадрата дорівнює мінімальним витратам на реалізацію відповідного проекту впровадження СЗІ. Оптимальний варіант (проект) знаходять “зворотним ходом” – згори донизу. Спочатку знаходимо вершину-кружок, суміжний з початковою вершиною множини розв'язків, який має мінімальне значення елемента серед усіх вершин, суміжних з початковою. З цієї вершини-кружка виходять дві дуги до вершин-квадратів рівня, що знаходиться нижче. Для кожної вершини-квадрата знаходимо вершину-кружок, що має значення мінімального елемента серед всіх вершин, суміжних з відповідною вершиною-квадратом і т.д. Внаслідок виконання таких дій буде виділено підграф, який визначає оптимальний проект системи ЗІ з мінімальними витратами на його реалізацію.

Розглянемо роботу алгоритму на прикладі відбору множини напружених варіантів, наведених на рис. 5.

Приклад 2. Нехай матриця витрат ($S^{\%}$, ум. од.) має такий вигляд, як на табл. 2.

Таблиця 2

Матриця витрат на реалізацію проектів впровадження СЗІ

$i \setminus j$	1	2	3	4	5
<i>Д</i>	8	32	52	63	67
<i>Ц</i>	14	19	30	46	82
<i>К</i>	2	13	41	78	96

• Значення елементів вершин множини розв'язків, отримані на основі описаного алгоритму, вказано на рис. 7 у верхній половині відповідних вершин. Оптимальний варіант виділено товстими лініями. Це варіант $X^{i, \bar{O}, \bar{E}} = \{1; 3; 3\}$ із сукупними витратами $s_0 = 79$, ум. од., який відповідає збалансованому впровадженню СЗІ за всіма критеріями.

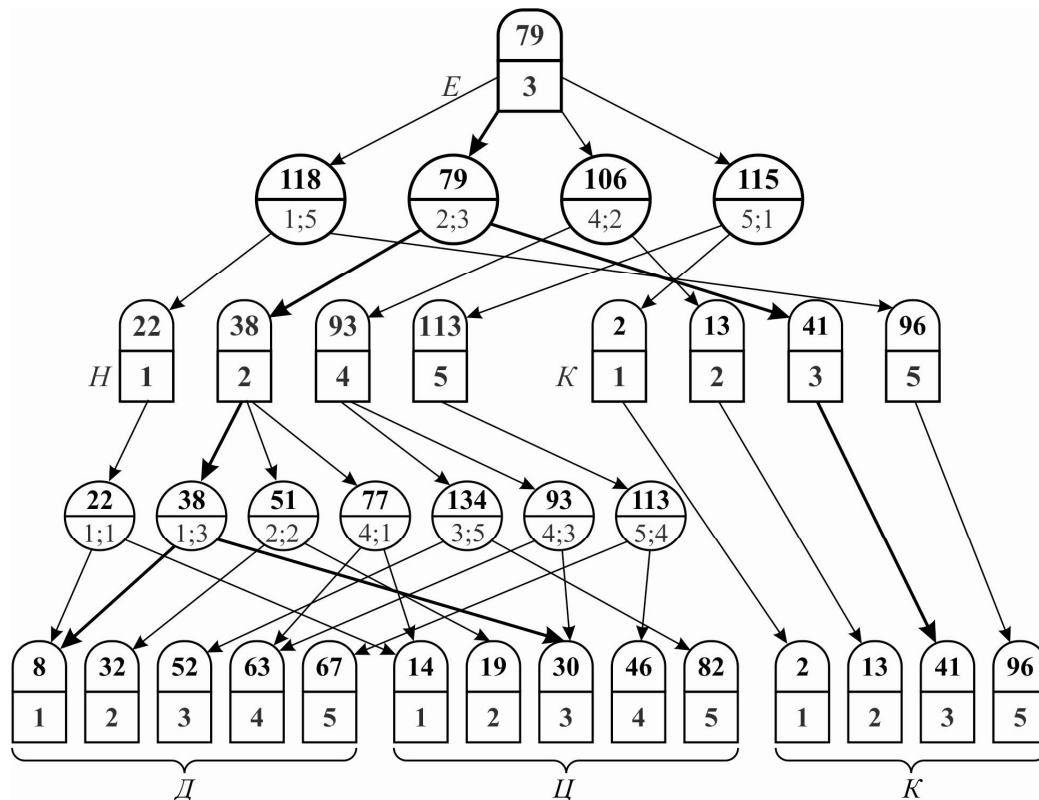


Рис. 7. Граф множини напружених варіантів (проектів) впровадження СЗІ

Шкода, але лише в окремих випадках виконується припущення про незалежність окремих варіантів за критеріями їх реалізації. Як правило, варіанти залежні між собою, тобто їх реалізація стосовно одних критеріїв впливає на варіанти, реалізовані за іншими критеріями. Особливо це стосується критерію покращення забезпечення конфіденційності інформації (K), який впливає і на ступінь її цілісності (\mathcal{C}), і на рівень доступності інформації (\mathcal{D}). При цьому, якщо вплив на ступінь цілісності інформації, як правило, є позитивним (зростання рівня конфіденційності інформації сприяє зростанню її обсягів, збільшення замовлення – на її використання, зростання обсягу надання послуг стороннім користувачам тощо), то вплив на рівень її доступності (\mathcal{D}) є, як правило, негативним (зношення програмно-апаратних засобів, збільшення ризику виникнення її втрати та витоку різними каналами і т.д.). Отже, від стратегії впровадження СЗІ, спрямованої на зростання забезпечення конфіденційності інформації (K), слід очікувати зниження витрат на досягнення необхідного ступеня цілісності інформації (\mathcal{C}) і зростання витрат на досягнення необхідного рівня доступності інформації (\mathcal{D}).

Нехай для кожного значення критерію оцінювання конфіденційності інформації задані витрати ($s_{\mathcal{D},i}$) і ($s_{\mathcal{C},j}$), потрібні для досягнення j -го значення відповідно за критеріями (\mathcal{D}) і (\mathcal{C}). У цьому випадку алгоритм визначення відповідного проекту впровадження СЗІ мінімальної вартості ґрунтується на переборі можливих значень критерію оцінювання конфіденційності інформації (K). При кожному його значенні потрібно розв'язати задачу пошуку проекту впровадження СЗІ мінімальної вартості за рештою критеріїв. З п'ятиох варіантів, які відповідають п'ятьом можливим значенням забезпечення конфіденційності інформації, вибирається якнайкращий.

Приклад 3. Нехай витрати ($s_{\mathcal{D},i}$) і ($s_{\mathcal{C},j}$) для різних рівнів забезпечення конфіденційності інформації мають значення, які наведено в табл. 3.

Витрати ($s_{D,i}$) і ($s_{C,j}$) для різних рівнів забезпечення конфіденційності інформації

K	$i \setminus j$	1	2	3	4	5
1	D	3	10	35	50	57
	C	21	26	41	77	129
2	D	5	15	45	70	88
	C	13	18	27	48	85
3	D	8	30	60	99	122
	C	9	12	19	29	52
4	D	18	40	74	120	152
	C	4	7	11	17	32
5	D	38	62	96	148	182
	C	2	4	6	11	18

• Для кожного рівня забезпечення конфіденційності інформації ми отримуємо деяку множину напружених варіантів, які є підграфом множини розв'язків, наведеного в прикл. 1. Результати розв'язання задачі наведено в табл. 4.

Таблиця 4

Сукупні витрати на реалізацію проектів впровадження СЗІ мінімальної вартості за різних значень витрат за критеріями ($s_{D,i}$) і ($s_{C,j}$)

$D_i \setminus C_j$	1	2	3	4	5
1	77	69	63	55	50
2		73	65	57	52
3			68	60	55
4				70	65
5					85

• Необхідно зазначити, що ці підграфи перетинаються лише в початковій вершині та деяких кінцевих вершинах. Поділимо кінцеві вершини, в яких перетинаються підграфи, на декілька вершин так, щоб всі підграфи мали тільки одну загальну вершину, а саме – початкову (рис. 8). Тепер для отримання множини розв'язків застосуємо описаний вище алгоритм визначення проекту впровадження СЗІ мінімальної вартості, результати якого при різних значеннях критеріїв D_i та C_j зведемо в таку таблицю.

$i \setminus j$	1	2	3	4	5
D_1	3	10	35	50	57
C_5	2	4	6	11	18

• Один із допустимих варіантів впровадження СЗІ у підрозділ ДСНС України при D_3 і C_3 показано на рис. 8 товстими лініями. Це варіант $X^{A, \emptyset, E} = \{1; 3; 3\}$ з витратами $s_0 = 68$ ум. од. Аналогічно можна визначати оптимальні проекти впровадження СЗІ і для випадку, коли один з напрямів розвитку впливає на інші.

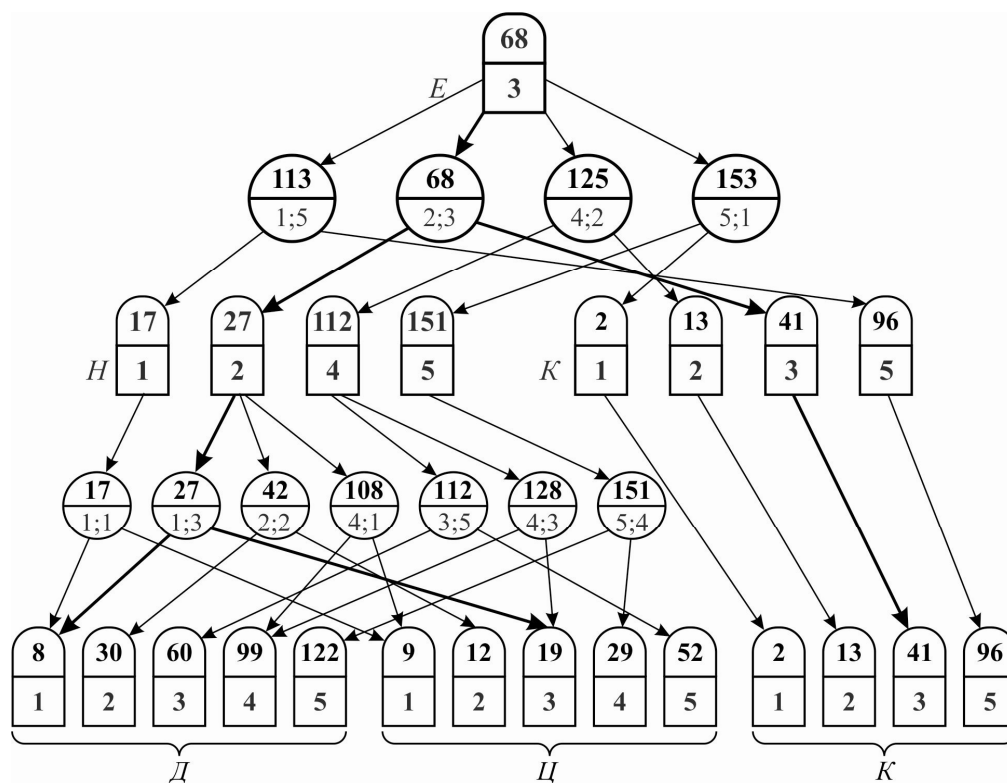


Рис. 8. Граф множини напружених варіантів (проектів) впровадження СЗІ

Висновки

1. Оскільки цілі впровадження СЗІ у підрозділ ДСНС України здебільшого суперечливі, то для врахування декількох із них доводиться розв'язувати багатокритеріальну задачу пошуку оптимального варіанта. Існує декілька підходів до розв'язання такого класу задач, більшість з яких так чи інакше пов'язані з формуванням показника комплексного оцінювання допустимих варіантів, значення яких у агрегованому вигляді відображають відповідну мету системи захисту інформації.

2. З'ясовано, що серед осіб, які приймають остаточні рішення, великої популярності набув метод формування показника комплексного оцінювання критеріїв на основі побудови ієрархічної структури (дерева) критеріїв. На кожному рівні цієї ієрархії відбувається побудова показника агрегованого оцінювання критеріїв попереднього рівня. Особливістю ієрархічної структури є агрегування в кожному вузлі дерева лише двох критеріїв чи показників їх оцінювання, що є основною перевагою цього методу.

3. Наведено приклади реалізації відповідних задач, які дають змогу зрозуміти сутність зазначених методів формування показника комплексного оцінювання критеріїв, а також проаналізувати результати оцінювання проектів впровадження СЗІ за декількома критеріями – забезпечення конфіденційності інформації, рівня її доступності та ступеня цілісності.

1. Антонюк А.А. *Задача оптимального вибору функціонального профіля захищеності* / А.А. Антонюк, Д.С. Берестов, С.Н. Пустовит, В.П. Шилин // *Захист інформації*. – 2005. – Спец. вип. – С. 11–14. 2. Бешелев С.Д. *Математико-статистические методы экспертных оценок* / С.Д. Бешелев, Ф.Г. Гурвич. – Изд. 2-ое, [перераб. и доп.]. – М. : Статистика, 1980. – 346 с. 3. Бурков В.Н. *Экономико-математические модели управления развитием отраслевого производства* / В.Н. Бурков, Г.С. Джавахадзе. – М. : Изд-во ИПУ РАН, 1997. – 64 с. 4. Дудикевич В.Б. *Вартісні міри ризику та їх застосування до оптимізації інвестицій у системи захисту* / В.Б. Дудикевич, І.А. Прокопишин // *Системи обробки інформації*. – 2010. – Вип. 3(84) – С. 24–27. 5. Дудикевич В.Б. *Ієрархічна модель захисту даних в інформаційних технологіях* / В.Б. Дудикевич, Г.В. Микитин, Ю.Р. Гарасим // *Проблеми і перспективи*

розвитку IT-індустрії : зб. тез. доп. II Міжнар. наук.-практ. конф. – Харків : Вид-во ХНУРЕ, 2010. – С. 212–213. 6. Дудикевич В.Б. Оцінка вартості ризику для систем захисту інформації / В.Б. Дудикевич, Ю.В. Лах, І.А. Прокопишин // Інформаційна безпека. – 2011. – № 1(3) – С. 44–49. 7. Дудикевич В.Б. Проблеми оцінки ефективності систем захисту / В.Б. Дудикевич, І.А. Прокопишин, В.Ф. Чекурін // Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. – Сер.: Автоматика, вимірювання та керування. – Львів : НУ “Львівська політехніка”. – 2012. – № 741. – С. 118–122. 8. Дудикевич Я.В. Економічна ефективність та оптимізація систем захисту інформації з урахуванням вартості ризику втрат інформації / Я.В. Дудикевич, І.А. Прокопишин // Інформаційна безпека : матер. наук.-техн. конф., Київ, 26-27 березня 2009 р. – К. : Вид-во ДУІКТ, 2009. – С. 80–84. 9. Егоров Ф.И. Задачи защиты информации / Ф.И. Егоров, Е.О. Тискина, В.А. Хорошко // Захист інформації. – 2009. – № 1. – С. 5–12. 10. Заде Л.А. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений / Л.А. Заде // Математика сегодня. – М. : Изд-во “Знание”, 1974. – С. 5-49. 11. Ильина Е.П. Выявление, формализация и анализ профессиональных знаний о модели экспертного оценивания иерархических альтернатив / Е.П. Ильина, Ю.В. Ольховская // Проблемы программирования. – 2002. – № 1-2, спец. выпуск. – С. 421–429. 12. Китаев Н.Н. Групповые экспертные оценки / Н.Н. Китаев. – М. : Изд-во “Знание”, 1975. – 64 с. 13. Корнеенко В.П. Методы оптимизации: методы решения многокритериальных задач / В.П. Корнеенко, О.А. Рамеев. – М. : Изд-во ИКСИ, 2007. – 380 с. 14. Кузьмин В.Б. Построение групповых решений в пространствах четких и нечетких бинарных отношений / В.Б. Кузьмин. – М. : Изд-во “Наука”, 1982. – 168 с. 15. Литвак Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений / Б.Г. Литвак. – М. : Изд-во “Патент”, 1996. – 278 с. 16. Панкова Л.А. Организация экспертиз и анализ экспертной информации / Л.А. Панкова, А.М. Петровский, М.В. Шнейдерман. – М. : Изд-во “Наука”, 1984. – 120 с. 17. Подиновский В.В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач / В.В. Подиновский, В.Д. Ногин. – М. : Изд-во “Наука”, 1982. – 256 с. 18. Степанов А.В. Характерные особенности задачи построения комплексной системы защиты информации распределенных корпоративных ресурсов / А.В. Степанов // Захист інформації. – 2007. – Спец. вип. – С. 131–134. 19. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений : научно-практ. изд. / Э.А. Трахтенгерц. – Сер.: Информатизация России на пороге XXI века. – М. : Изд-во СИНТЕГ, 1998. – 376 с. 20. Фролов Ю.В. Интеллектуальные системы и управленческие решения / Ю.В. Фролов. – М. : Изд-во МГПУ, 2000. – 294 с.