

6. Назаров С.В. Современные операционные системы [Электронный ресурс] / С.В.Назаров, А.И.Широков // Открытые системы. – Режим доступа : <http://www.intuit.ru/department/os/modernos/1/1.html>.

7. Виртуализация серверов [Электронный ресурс] // Trinity Group. – Режим доступа : <http://www.trinitygroup.ru/solution/infrastructure/virtualization/server/>.

8. Стек протоколов TCP/IP [Электронный ресурс] // CIT-Forum. – Режим доступа : http://citforum.ru/nets/ip/glava_2.shtml.

9. Веб-прокси и SOCKS-прокси [Электронный ресурс] // Floss Manuals. – Режим доступа : http://booki.flossmanuals.net/bypassing-ru/_draft/_v/1.0/ВЕБ_ПРОКСИ/.

10. Получение файлов через FTP [Электронный ресурс] // CIT-Forum. – Режим доступа :

<http://citforum.ru/internet/ftp/ftpusage.shtml>.

11. Яковлев С. Веб-программирование (Обзорная статья) [Электронный ресурс] / С.Яковлев // IBM. – Режим доступа : <http://wseweb.ru/diz/obzor3.htm>.

12. Яковлев С. У истоков Apache: История и обзор архитектуры [Электронный ресурс] / С.Яковлев // IBM. – Режим доступа : http://www.ibm.com/developerworks/ru/library/os-apache_3/.

13. Обзор доступных возможностей IIS 7 [Электронный ресурс] // Microsoft Technet. – Режим доступа : [http://technet.microsoft.com/ru-ru/library/cc753198\(v=ws.10\).aspx](http://technet.microsoft.com/ru-ru/library/cc753198(v=ws.10).aspx).

14. Ньюкомер Э. Веб-сервисы: XML, WSDL, SOAP и UDDI / Э.Ньюкомер. – СПб. : Питер, 2003. – 256 с.

Аннотация. Проанализировано типичный сценарий развертывания и функционирования интернет-сайта, который содержит незаконную информацию.

Ключевые слова: интернет-ресурс с незаконной информацией, ферма веб-серверов, веб-служба, регистрация интернет-сайта в службе DNS.

Abstract: The article analyzes the typical scenario of developing and functioning the website, containing illicit information.

Key words: web resource containing illicit information, web-server farm, web-service, registration of web-site in DNS service.

УДК 32.1:303.4:711.122

КАЧИНСЬКИЙ Анатолій Броніславович

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНИХ ЗНАЧЕНЬ СТРУКТУРНО СКЛАДНИХ СИСТЕМ БЕЗПЕКИ

Постановка проблеми. Важливим кроком оцінки стану захищеності та діяльності суб'єктів забезпечення безпеки структурно складних систем є правильний вибір критеріїв безпеки. Ця оцінка не мусить бути дуже глибокою, оскільки самі критерії безпеки потребують вибору певних показників (індикаторів) безпеки. Для оцінки стану безпеки таких систем, зокрема національної без-

пеки, важливе значення мають не самі показники, а їхні граничні значення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасне суспільство із його системним баченням проблем безпеки, озброєне знаннями синергетики й нелінійної динаміки, намагається розробити такі критерії безпеки, що базуються на граничних значеннях, основу яких становлять уявлення про збере-

ження структурних зв'язків як між окремими елементами у суспільстві й довкіллям, так і між суспільством у цілому й довкіллям [1-5]. Однак сьогодні відсутні роботи, у яких би розглядалися різні підходи щодо застосування математичних методів для визначення граничних значень індикаторів безпеки.

Метою статті є аналіз і систематизація математичних методів визначення граничних значень індикаторів безпеки структурно складних систем, що відповідають різним ситуаціям їх застосування (джерела інформації, розмір вибірки тощо).

Виклад основного матеріалу. При всій різноманітності підходів прикладного математичного моделювання у сфері національної безпеки необхідно враховувати, що якість визначення граничних значень індикаторів складних систем безпеки залежить передусім від структурної упорядкованості їх елементів і взаємозв'язків між ними. Тому розглянемо чотири групи математичних методів: евристичні, стохастичні, аналітичні та нелінійної динаміки. При цьому точність розрахованих граничних значень індикаторів складних систем безпеки зростатиме по черзі застосування перерахованих методів.

Евристичні методи

Метод “снігової кулі”

Метод “снігової кулі” застосовується до відносно невеликих генеральних сукупностей, наприклад, генеральна сукупність експертів із деякої вузької проблематики. Специфіка такої сукупності полягає у тому, що, по-перше, її члени знайомі один з одним, і, по-друге, для них важко одержати репрезентативну вибірку. Також цей метод застосовується тоді, коли представників досліджуваної сукупності важко відібрати іншими методами або доступність респондентів обмежена, або якщо необхідно скоротити час і витрати на проведення опитування і при цьому умови вибірки мають бути дотримані. Метод становить собою модифікацію соціометричного опитування: у респондентів запитують, чи не знають вони людей, що підходять за відповідними ознаками для включення у вибірку.

Відбір кандидатів методом “снігової кулі” здійснюється таким чином: спочатку визначається група відповідних респондентів, у ході опитування яких з'ясовуються адреси інших осіб, яких потім також опитують. Процедура поновлюється – з'ясовуються адреси третіх осіб тощо. Вибірка будується поступово. Процедурі можна вважати закінченою, коли нові прізвища перестають з'являтися.

Перевагами методу “снігової кулі” є [6; 7]:

- “сніговою кулею” опитуються, як правило, недосяжні цільові групи, тому що вузьконаправлений відбір, як, наприклад, маршрутний пошук, буде досить трудомістким та витратним;

- досить висока достовірність відповідей;

- відносно висока швидкість проведення робіт;

- “ланцюжок” або “куля” від одного респондента не обов'язково має бути чітко визначеним, він може перериватися або можна шукати респондентів від різних людей, тоді ланцюжка не буде взагалі.

Цей метод має також низку недоліків:

- у зв'язку з тим, що цільова група мала або важкодоступна, цей метод досить дорогий;

- пошук вузькодоступної цільової групи може бути ускладненим;

- розкручення “кулі” від однієї людини може спотворити вибірку, оскільки це будуть особи із приблизно однаковим рівнем доходу, схожими споживчими перевагами, вони можуть бути знайомі між собою тощо. Для цього “ланцюжок” від однієї людини обмежують.

Однак, одержану вибірку методом “снігової кулі” можна вважати репрезентативною у тому сенсі, що до неї входять відомі представники генеральної сукупності.

Корисним доповненням до методу “снігової кулі” може бути метод “снігових карток”. У цьому випадку граничне значення індикатора розглядається як стратегічна проблема. Для цього пропонують усім представникам генеральної сукупності самостійно визначити його граничне значення. Від-

повідно до цих значень кожен представник генеральної сукупності повинен відповісти на три запитання, виписані на одному аркуші паперу [6]:

– У чому полягає суть проблеми?

– Які чинники (офіційні обов’язки, місія, зовнішні та внутрішні умови) роблять цю проблему стратегічною?

– Якими можуть бути наслідки неспроможності вирішити конкретну проблему?

Кожну із запропонованих стратегічних проблем, сформульовану як складне завдання, треба записати на окремому аркуші та прикріпити до стіни так, щоб робоча група могла бачити та обговорювати їх разом. Ці аркуші можна вважати гігантськими “сніговими картками” – схожі проблеми можна згрупувати або переформулювати по-новому на інших аркушах.

Ви можете запропонувати, щоб кожен із членів робочої групи самостійно виписав на аркуші якнайбільше стратегічних проблем, відповідаючи при цьому тільки на перше запитання. Попросіть усіх зазначити на своїх аркушах по п’ять-сім найважливіших проблем. Ці проблеми треба виписати на “снігові картки” і згрупувати за спільними темами. Тоді робоча група має відповісти на три зазначені вище запитання стосовно кожної окремої категорії проблем.

Так, при визначенні граничного значення індикатора національної безпеки найкраще дати людям змогу спочатку дійти висновків самостійно і записати їх на чернетці, перш ніж оприлюднювати (наприклад, за допомогою кольорових наклеюк). Після того

треба провести обговорення і повторне “голосування” (за допомогою наклеюк), якщо виявиться, що хтось змінив думку. У результаті цієї процедури має сформуватися більш виважена колективна думка.

Коли вдасться досягнути хоча б попередньої згоди щодо індикаторів національної безпеки та їх граничних значень, приготуйте нові аркуші, на кожному з яких треба виписати по одному граничному значенні разом із відповідями на три зазначені вище запитання. Ці нові аркуші стануть основою для подальшого обговорення, якщо в ньому буде потреба.

Метод аналогій

Метод аналогій це важливий евристичний метод розв’язання задач пошуку граничних значень [8]. Застосування цього методу є проміжною ланкою між інтуїтивним методом “снігової кулі” і більш логічною процедурою методом “калібрування”. Метод аналогій дає змогу встановити відповідність, схожість між двома системами показників, що розглядаються, за деякими ознаками.

Для нашої задачі важливо використовувати конкретні аналогії. Так, фахівці багатьох країн світу приділяють значну увагу розробці нових концептуальних основ державної політики, спрямованої на забезпечення сталого розвитку й національної безпеки в нових історичних умовах. Наріжним каменем нової концепції національної безпеки є оцінка стратегічних ризиків, що базується на критеріях безпеки, заснованих на граничних значеннях.

Таблиця 1

Граничні значення розвитку суспільства, що вважаються катастрофічними у світовій практиці [9]

№ з/п	Назва показника	Гранично-критичне значення	Імовірнісні соціально-політичні наслідки
1	Рівень промислового виробництва	30-40%	Деіндустріалізація країни
2	Частка імпортованих продуктів харчування	30%	Стратегічна залежність країни від імпорту
3	Частка в експорті продукції обробленої промисловості	45%	Колоніально-сировинна структура економіки

4	Частка в експорті високотехнологічної продукції	10-15%	Технологічне відставання економіки
5	Частка у ВВП державних асигнувань на науку	2%	Руйнування науково-технічного потенціалу
6	Співвідношення доходів 20% найбагатших і найбідніших громадян	10:1	Антогонізація соціальної структури
7	Частина населення, яка живе за межею бідності	10%	Люмпенізація населення
8	Співвідношення мінімальної і середньої заробітної плати	1:3	Декваліфікація і пауперизація робочої сили
9	Рівень безробіття	8-10%	Зростання соціально знедоленого населення
10	Умовний коефіцієнт депопуляції	1	Перевищення смертності над народжуваністю
11	Сумарний коефіцієнт народжуваності	2,14-2,15	Відсутність простої зміни населення
12	Середня тривалість життя населення	75-79	Зниження життєздатності країни
13	Кількість осіб старших 65 років у загальній чисельності населення	7%	Старіння населення
14	Надходження для екологічної безпеки, % від ВВП	5% (Німеччина)	Загроза екологічної катастрофи
15	Екологічні втрати, % до ВВП	5%	Життєбезпека довкілля
16	Природоохоронні витрати	5%	Деградація екології
17	Кількість злочинів на 100 осіб	5-6	Криміналізація суспільних відносин
18	Рівень споживання алкоголю, л. абс. на людину на рік	8	Фізична деградація населення
19	Кількість суїцидів на 100 тис. осіб	3 (в Росії до 1917 р.)	Фрустрація масової свідомості
20	Рівень поширеності психічної патології на 1 тис. осіб	284 (1992 р.) 360 (2010 р.)	Руйнування особистості
21	Кількість громадян, які виступають за кардинальну зміну політичної системи	40%	Делегітимізація влади
22	Рівень довіри населення до центральних органів влади	25%	Відторгнення влади народом

Заслужують на увагу результати, отримані російськими ученими за допомогою такого підходу. Вони вважають, що ситуація в Росії – унікальна, якої ще не знала історія. Так, багато параметрів розвитку су-

спільства й економіки знаходяться в критичній ділянці. Вони пояснюють це так: з теоретичного погляду це означає, що низка ключових параметрів, які характеризують безпеку людини, суспільства, держави та

довкілля, швидко змінюється з часом. А природні й техногенні катастрофи у сучасному кризовому стані виявилися тісніше пов'язаними із соціогенними лихами, ніж у випадку сталого, нормального розвитку. Як наслідок – неефективність багатьох традиційних методів ухвалення рішень й керування ризиком, захистом населення [10].

Слід зазначити, що застосування методу аналогій буде достатнім лише у простих випадках, проте переважно його використовують як допоміжний порядок із низкою інших методів.

Метод “калібрування”

Із усіх евристичних методів визначення граничних значень індикаторів національної безпеки метод “калібрування” є найбільш точним.

Дуглас Хабард, засновник цього методу, звернув увагу на те, що букмекери, зазвичай, оцінюють імовірність настання події точніше, ніж, наприклад, менеджери [11]. Крім того, вчені встановили, у який спосіб експерти можуть визначити, чи страждають люди надмірною упевненістю, недостатньою упевненістю у собі або мають інші відхилення. Після самоаналізу за допомогою низки методів вони здатні усунути виявлені недоліки та оцінити досягнутий результат. Тобто, якщо людей навчити долати систематичні помилки та необ'єктивність, то з часом їхні оцінки стануть значно точнішими, а оцінка невизначеності – це навичка, якої можна досягти та яку можна вдосконалювати.

Такі “калібровані” оцінки ймовірності стали активно вивчатися у психології прийняття рішень у 70-х та 80-х роках минулого століття.

Стохастичні методи

Метод діагностування

Першим кроком визначення граничних значень індикаторів національної безпеки може бути процедура діагностування. Ця процедура належить до класу якісних кібернетичних методів, які можуть бути використані для моніторингу й оцінки стану національної безпеки.

Поняття діагнозу можна тлумачити як вибір такого стану національної безпеки із

сукупності всіх можливих станів, який відповідає певній множині її властивостей (тобто задовольняє певним умовам). Діагностичний процес встановлення граничних значень індикаторів національної безпеки можна розглядати як процедуру розпізнавання образів, за допомогою якої здійснюється спроба встановити взаємозв'язок між образом системи, або вектором її характеристик (параметрів), і певним станом системи.

У класичній теорії задача розпізнавання образів – це віднесення вихідних даних до певного класу за допомогою виокремлення істотних ознак, що характеризують ці дані, із загальної маси даних, частина із яких є несуттєвими [12]. У цьому випадку необхідно розробити процедури, що дозволяють визначити наскільки подібні або відмінні характерні властивості образів і тих класів, факт належності до яких встановлюється. Це можна зробити різними методами – від побудови множини характерних образів до визначення функціональної характеристики ймовірнісного процесу, що породив образи класу [13].

Процедура діагностування є одним із напрямів розвитку статистичних методів, що базуються на дослідженні неявних параметрів. При цьому, розглядаються прийоми і методи, що дають змогу за кількома ознаками віднести об'єкт дослідження до відповідного класу й охарактеризувати його стан. Найбільш вживаним статистичним методом розв'язання цієї задачі є кластерний аналіз.

Кластерний аналіз – це математична процедура багатомірного аналізу, що дозволяє на основі множини показників, які характеризують стани об'єктів (образів), згрупувати їх в класи (кластери) таким чином, що об'єкти, які належать до одного класу (образу), були більш однорідними, подібними порівняно з об'єктами, що входять до інших класів. На основі чисельно виражених параметрів об'єктів обчислюються відстані між ними, які представляються як в евклідовій метриці (найбільш поширеній), так і в інших метриках [14].

Кластерний аналіз застосовують для ідентифікації небезпечних станів системи у випа-

дах, коли порушення в об'єкті суттєво змінюють залежності вихідних змінних від вхідних дій або ділянки значення змінних [10].

Виявлення та діагностування порушень при кластерному аналізі здійснюють на основі ідентифікації деякого образу – кластеру – у просторі кількох змінних y_1, y_2, \dots, y_L , що відповідає певному стану стійкості h , за даними вимірювання цих змінних. Приклади трьох кластерів у ділянці вимірюваних зна-

чень y_1 та y_2 для станів стійкості h_0, h_1, h_2 наведені на рис. 1. Границі кластерів визначають на основі обробки експериментальних даних, отриманих у різних станах безпечності (національної безпеки). Виокремлення кластерів відображає різницю параметрів або вид оператора φ моделі об'єкта при різних станах, діапазон значень y в одному стані безпечності характеризує зміну збурень.

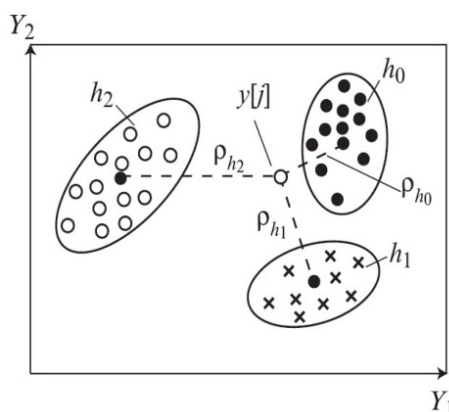


Рис. 1. Кластери у просторі двох змінних для трьох станів безпечності [10]

Кожному кластеру відповідає багатовимірний розподіл щільності $p(y_1, y_2, \dots, y_L)$. Якщо вимірювані змінні незалежні, то функція $p(y_1, y_2, \dots, y_L)$ дорівнює добутку щільності розподілів $p(y_i)$ змінних $y_i, i = 1, L$:

$$p(y_1, y_2, \dots, y_L) = k p(y_1) p(y_2) \dots p(y_L),$$

де k – частка загальної множини точок, що займає цей кластер, $k \in [0; 1]$.

Щоб охарактеризувати кластер за експериментальними даними, у простому випадку оцінюють параметри розподілу математичного очікування m_i , середнього квадратичного відхилення σ_i змінної $y_i, i = 1, L$, що відповідають одному стану безпечності, а отже, і кластеру, визначають його границю як границю ділянки з призначеною довірчою ймовірністю. Якщо змінні y_i незалежні та розподілені за нормальним законом, то головні осі кластерів розташовані паралельно координатним осям.

Відхилення методами кластерного аналізу виявляють таким чином. У момент часу t_j проводять чергове j -е вимірювання вектора $y[j] = (y_1[j], \dots, y_L[j])$. На основі взаємного розташування точки $y[j]$ кластерів у L -мірному просторі визначають стан безпечності $h[j]$ у момент часу t_j . Рішення приймають на основі обчислення узагальненої відстані від точки $y[j]$ до центрів кластерів. У випадку незалежності змінних і нормальних розподілів узагальнена відстань ρ_h до h -го кластеру визначають за формулою:

$$\rho_h = \left(\sum_{i=1}^L \left(\frac{y_i[j] - m_i^h}{\sigma_i^h} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}},$$

де $y_i[h]$ – значення компоненти y_i вектора $y[j]$; m_i^h, σ_i^h – параметри розподілу $\rho_h(y_1, \dots, y_L)$ кластеру, що відповідає стану h об'єкта.

Точка $y[j]$ належить тому кластеру, для якого відстань ρ_h мінімальна.

Можна також використовувати модифіковану узагальнену відстань ρ_h , яка враховує фактор k та визначається формулою [15]:

$$\rho_h'' = \sqrt{\rho_h^2 - 2 \ln k_h}, \quad k_h' = \frac{k_h}{\sigma_1^h \sigma_2^h \dots \sigma_L^h (2\pi)^{L/2}},$$

де k_h – фактор k для кластеру, що відповідає стану h .

Часто ділянку значень вектора u містить певний кластер. Залежно від того, до якого сектору належить точка $u[j]$, робиться висновок про належність її до відповідного кластеру, а отже, про те, який стан безпечності та відхилення має місце у цей період часу. Класифікаційні лінії або функції, що розділяють ділянку спостережних значень у на частини, які відповідають різним станам безпечності, визначають методами, наприклад, методами випадкових площин, потенціальних функцій тощо.

Іншим важливим та досить поширеним математичним методом діагностування систем є *метод теорії нечітких множин*. Цей

підхід можна віднести до якісної методики, який може бути застосований для класифікації станів складних систем безпеки та визначення меж їх образу.

Для визначення граничних значень індикаторів національної безпеки можна скористатися бінарною системою числення, коли всі думки чітко поділяються на істинні та хибні і ніяких проміжних варіантів не допускається. Сучасний погляд щодо цього питання полягає у тому, що знання експерта відносно тих ознак, що характеризують відмінності безпечного і небезпечного станів системи, можуть бути неточними.

У кожному випадку проводиться суб'єктивна оцінка граничних ділянок того типу, який може бути описаний функціями належності, що належать до теорії нечітких множин [16]. Функція належності використовується для опису нечіткої границі або перехідної ділянки від множини безпечних значень змінної, які вона приймає при відсутності параметра, до множини небезпечних значень тієї ж змінної, які вона приймає за наявності параметра (див рис. 2).

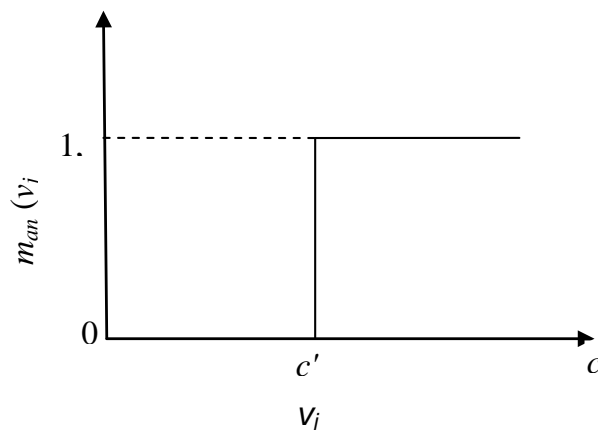


Рис. 2. Функція належності для чіткого переходу від безпечного до небезпечного стану [17]

На рис. 3 зображені функції належності, що описують перехідну ділянку для двох різних відхилень d_j і d_k . Оцінка функцій належності завжди суб'єктивна. Саме тому отримують різні функції у тих випадках, коли двоє експертів намагаються описати перехідну ділянку для одного й того самого

відхилення. Інакше кажучи, одну й ту саму множини значень змінної V_i дві різні людини різним способом розіб'ють на ділянки безпечного і небезпечного значень. Форма і розміри перехідних ділянок залежать від функції належності [18].

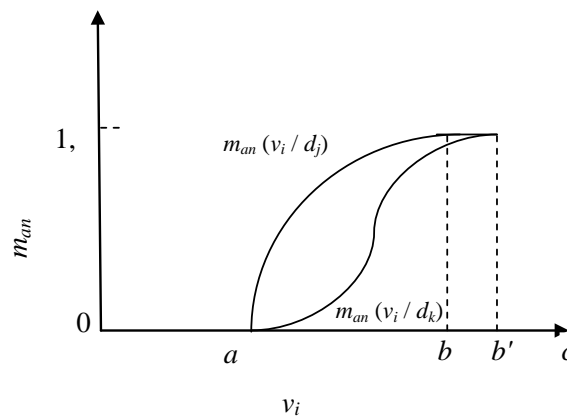


Рис. 3. Функції належності, що описують нечітку перехідну ділянку від безпечного до небезпечного стану для двох різних відхилень [17]

Передбачається, що суттєві ознаки мають змінну ступінь значущості при діагностуванні різних відхилень. Тому необхідно додатково досліджувати значущість ознак. Крім того, необхідно дослідити, чи є суттєвим той факт, що ознака відсутня. Міра ступеня значущості називається важливістю змінної.

Кожна системна змінна V_i має різну ступінь важливості для визначення кожного відхилення d_j . Ця залежність може бути описана за допомогою функції належності $\alpha_{ij} = \alpha(V_i, d_j)$, яка приймає значення в інтервалі $[0,1]$. Ця функція характеризує ступінь важливості i -ї змінної щодо j -го відхилення. Вона показує, наскільки важливою є залежність між i -ю змінною та j -м відхиленням.

Теорія нечітких множин, де внаслідок суб'єктивних оцінок границі можуть змінюватися, добре підходить для вивчення питання класифікації станів складних систем безпеки та ухвалення рішень щодо граничних значень індикаторів національної безпеки.

Метод t – критерія

Часто виникає ситуація, коли за допомогою різних джерел інформації можна сформувати вибірку (у нашому випадку граничних значень індикаторів національної безпеки), кількість елементів яких не перевищує 30. У такому випадку середнє значення вибірки та довірчий інтервал розраховують за допомогою t - критерія [19].

Очевидно, що чим менша вибірка, тим меншим буде рівень довіри, що відповідає інтервалу оцінювання. І навпаки, при заданому рівні довіри, ширина інтервалу для малих вибірок буде більшою, ніж для вибірок більшого об'єму. Врахувати цю обставину можна, якщо забезпечити залежність довірчого коефіцієнта від n (розмір вибірки). Довірчий коефіцієнт, що враховує цю залежність, позначають на відміну від z буквою t , де $z = (x - \mu) / \sigma$, x – випадкова величина, μ – середнє значення, σ – середньоквадратичне відхилення.

Далі наводяться формули для обчислення довірчих інтервалів для середнього сукупності μ малої вибірки.

Таблиця 2

	Довірчий інтервал	Ступінь свободи (ν)
Середнє μ	$\bar{x} \pm t \cdot \sigma_{\bar{x}}$	$n - 1$

Вибіркові оцінки для $\sigma_{\bar{x}}$ множать на істинне значення t , яке береться із таблиць так званого t -розподілу Стьюдента. Значення t для цього рівня довіри визначається не об-

сягом вибірки, а числом яке відоме, як ступінь свободи. Цю величину позначають грецькою літерою v . Для зручності розрахунків наведемо скорочену таблицю значень t .

Таблиця 3

Таблиця значень t [20]

Ступінь свободи	3	4	5	7	9	10	15	20	25	30
Довірчі рівні 90%	2,35	2,13	2,02	1,89	1,83	1,81	1,75	1,72	1,71	1,70
95%	3,18	2,78	2,57	2,36	2,26	2,23	2,13	2,09	2,06	2,04
99%	5,84	4,60	4,03	3,50	3,25	3,17	2,95	2,85	2,79	2,75

Автори не дають повного викладу теорії малих вибірок, а обмежуються лише кількома практичними порадами, що стосуються оцінки граничних значень індикаторів національної безпеки, які формують малу вибірку.

Метод логістичної регресії

На практиці часто зустрічаються задачі, коли необхідно встановити зв'язок між категоріальною вихідною змінною і вхідними змінними. Для розв'язання такої задачі використовують логістичну регресію:

$$\rho(x) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x}}$$

Відповідні криві мають характерну S-подібну форму.

Оцінити граничні значення індикаторів безпеки можна за допомогою логістичної регресії для бінарної вихідної змінної. Ця змінна приймає два значення: 0 – сталий стан і 1 – несталий стан. Логістична функція визначена на нескінченності і змінюється в діапазоні від 0 до 1. Діапазон зміни $\rho(x)$ також буде від 0 до 1, тому цю функцію можна інтерпретувати як імовірність того, що вихідна змінна набула значення 1 (сталий стан), а $1 - \rho(x)$ – як імовірність появи значення 0 (несталий стан).

Таку ситуацію можна пояснити на прикладі клінічних досліджень (див. рис. 4).

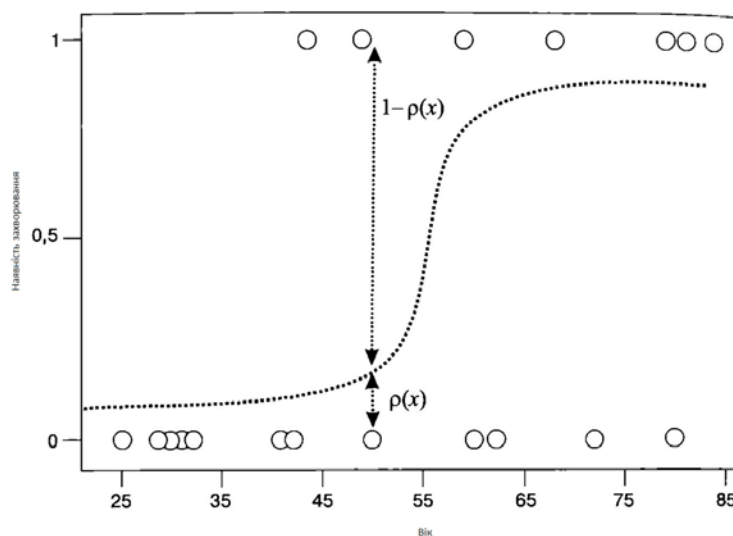


Рис. 4. Геометрична інтерпретація ймовірності результату захворювання [21]

У логістичній регресії використовується перетворення виду [22]:

$$g(x) = \ln \frac{\rho(x)}{1 - \rho(x)} = \beta_0 + \beta_1 x,$$

яке називається логіт-перетворенням і має такі корисні властивості, як лінійність, безперервність і визначеність на нескінченності.

Розглянуті вище задачі класифікації і регресії відрізняється характером вихідної змінної. Якщо вихідна змінна є безперервною, то має місце задача регресії, а якщо дискретною – то класифікації. Логістична регресія дає змогу працювати із бінарною вихідною змінною, що передбачає можливість використання цього методу для розв'язання задач оцінки граничних значень індикаторів безпеки. У бінарній класифікації кожне спостереження або об'єкт повинні бути віднесені до одного із двох класів (наприклад, A – сталий стан і B – несталий стан). Тоді з кожним результатом пов'язана подія: об'єкт належить до класу A і об'єкт належить до класу B . Результатом буде оцінка ймовірності відповідного результату.

Аналітичні методи

Метод Ахієзера-Гольца

Розглянемо підхід, при якому використовується метод визначення граничних значень, де розглядаються питання про те, яким чином держави отримують у спадок нормативно закріплені уявлення про цінності життя. На думку авторів методу [23], це впливає на стан їхньої безпеки і виражається за допомогою співвідношення:

$$C = \left[\frac{D(1-B)G}{(H\Delta^2)} \right]^{\frac{\alpha}{70\Delta}} \cdot \frac{G}{P},$$

де враховані:

– соціально-економічні показники – національний дохід (D), частка в ньому витрат, не пов'язаних із соціальним відтворенням суспільства, що реконструюється за часткою в національному доході воєнних витрат (B), частка в особистому доході витрат на харчування (P , у %);

– демографічні показники – чисельність населення (H); середня тривалість сучасного

життя при народженні, в роках (G); коефіцієнт смертності (Δ , у %).

Запропонований підхід, заснований на соціально-економічних і демографічних показниках, дає змогу порівнювати між собою як різні держави, так і кожну окрему державу на різних етапах її розвитку, реально втілювати цінності життя. Вибір показників визначався їхньою високою значущістю для результату. Соціально-економічні й демографічні показники, наведені в цій формулі, взаємопов'язані в один інтегральний показник, де найважливішу роль відіграють демографічні компоненти.

Методи теорії інформації

Особливої уваги заслуговують підходи, що базуються на методах теорії інформації і за допомогою яких знаходяться граничні значення безпечного функціонування різних складних систем, зокрема держав. На думку прихильників таких підходів [24], існує деякий загальний чинник, що створює перепони нормальному розвитку майже всіх без винятку соціальних систем. Ця тенденція полягає у тому, що система має перейти через точку оптимального співвідношення:

$$H_r/I_s = (20\%)/(80\%),$$

де H_r – реальна ентропія, а I_s – структурна інформація системи і $I_s = H_{max} - H_r$.

Звичайна соціальна система, що розвивається, досягнувши цього значення, може перейти на наступний ієрархічний рівень розвитку, розпочати утворювати між елементами попереднього рівня нові інформаційні зв'язки. Очевидно, що тільки за умови обмеження розвитку нижнього рівня можна утворювати різноманітні функції і структури верхніх рівнів соціальних систем. Автор вважає, що у цьому полягає проблема пошуку оптимального співвідношення детермінації (I_s) і невизначеності (H_r) громадян та їх колективів як складових соціальних систем.

Метод правила “золотого перетину”

Аналіз існуючих і дослідження нових складних систем, зокрема систем безпеки, свідчить, що забезпечення їхньої системної

стійкості та гармонії досягається за допомогою співвідношення між основними показниками, заснованими на принципі, або правилі “золотого перетину”.

Сьогодні багато фахівців у феномені правила “золотого перетину” вбачають ознаку гармонії природи і структурної єдності всіх її об’єктів. Вони вважають, що оптимально стійкі системи перебувають у коливальному режимі, і границі їх стійкості можна визначити за допомогою правила “золотого перетину” [2; 25].

Так, І.Прангішвілі зазначає, що життєвий рівень народу, його добробут і безпека на 60-70% залежать від ефективності управління, а не від наявних у нього природних ресурсів. Причому майже дві третини досягнутих результатів й успіхів залежать від системного підходу до управління, ефективності управління і тільки на третину від інших факторів [5].

Будь-яке суспільство, яке прагне до організації за правилами “золотої пропорції”

чи правилами гармонії, удосконалюється і стає більш організованим. Таке суспільство вдосконалюватиметься у разі потреби, навіть під час виникнення загроз його стійкості. А суспільство, яке не прагне до організації за законами гармонії чи “золотої пропорції”, деградуватиме і зникатиме. Тому в конкурентній боротьбі держав, народів перемогутимуть ті, які краще за інших застосовують закони гармонії чи “золотої пропорції”.

Економіка та політика, збалансовані за правилами “золотої пропорції”, є найбільш ефективними і стійкими. Вони забезпечують максимальну вигоду і безпеку суспільству. У цьому аспекті сутність феномену числа “золотого перетину” полягає у величині F

$$F = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} = \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{5}}{2} = 1,6180... \approx 1,62.$$

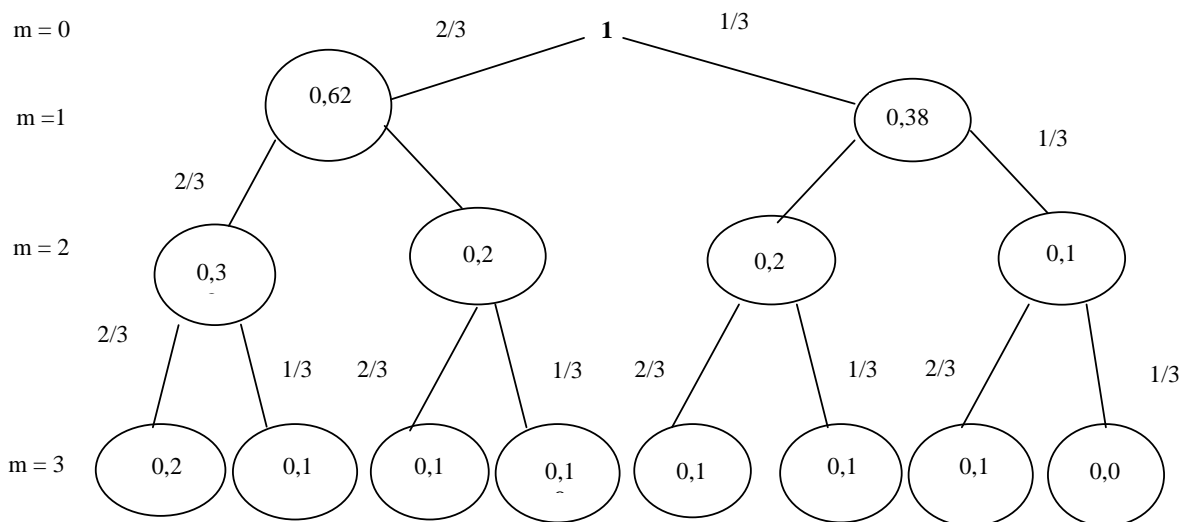


Рис. 5. Ієрархічне структурування складної системи безпеки за законом “золотої пропорції” [5]

Застосування законів гармонії і законів “золотої пропорції” потрібного балансу “безпека – загрози – ризик” має допомогти владі ефективно управляти на державному, регіональному і місцевому рівнях. Тому для

опрацювання рекомендацій щодо державної політики національної безпеки необхідно використовувати парадигму триєдності і правила “золотої пропорції”, і за їхньою допомогою визначити граничні значення у ро-

зподілі прав, обов'язків і відповідальності між ними.

Методи нелінійної динаміки

Вейвлет-аналіз

Виникнення у кінці 80-х років минулого століття вейвлет-аналізу зумовлене потребою розв'язання прикладних задач. Цей метод можна охарактеризувати як альтернативу класичному зваженому аналізу Фур'є. З часом з'ясувалося, що вейвлети можна успішно застосовувати для розв'язання різних задач обробки сигналів і часових рядів. За їх допомогою можна виявити наявні у них сигнали, нерегулярності, і що важливо, пороги [26; 27].

Як приклад розглянемо використання вейвлет-аналізу для перевірки соціологічних теорій. Так, з огляду на різні теорії безробіття бачимо, що рівень безробіття, який дорівнює приблизно 6%, є оптимальним для стабільно функціонуючої економічної підсистеми. Для перевірки цього теоретичного положення О.Давидов [28] використав базовий вейвлет Добеші 1-го порядку для аналізу динаміки частки безробітних у США за період 1929-1994 рр. На рис. 6 подані отримані результати, зокрема колірна гамма значень коефіцієнтів декомпозиції деталей на кожному із чотирьох виділених рівнів, що наочно показує частотні особливості цього часового ряду у цей момент часу.

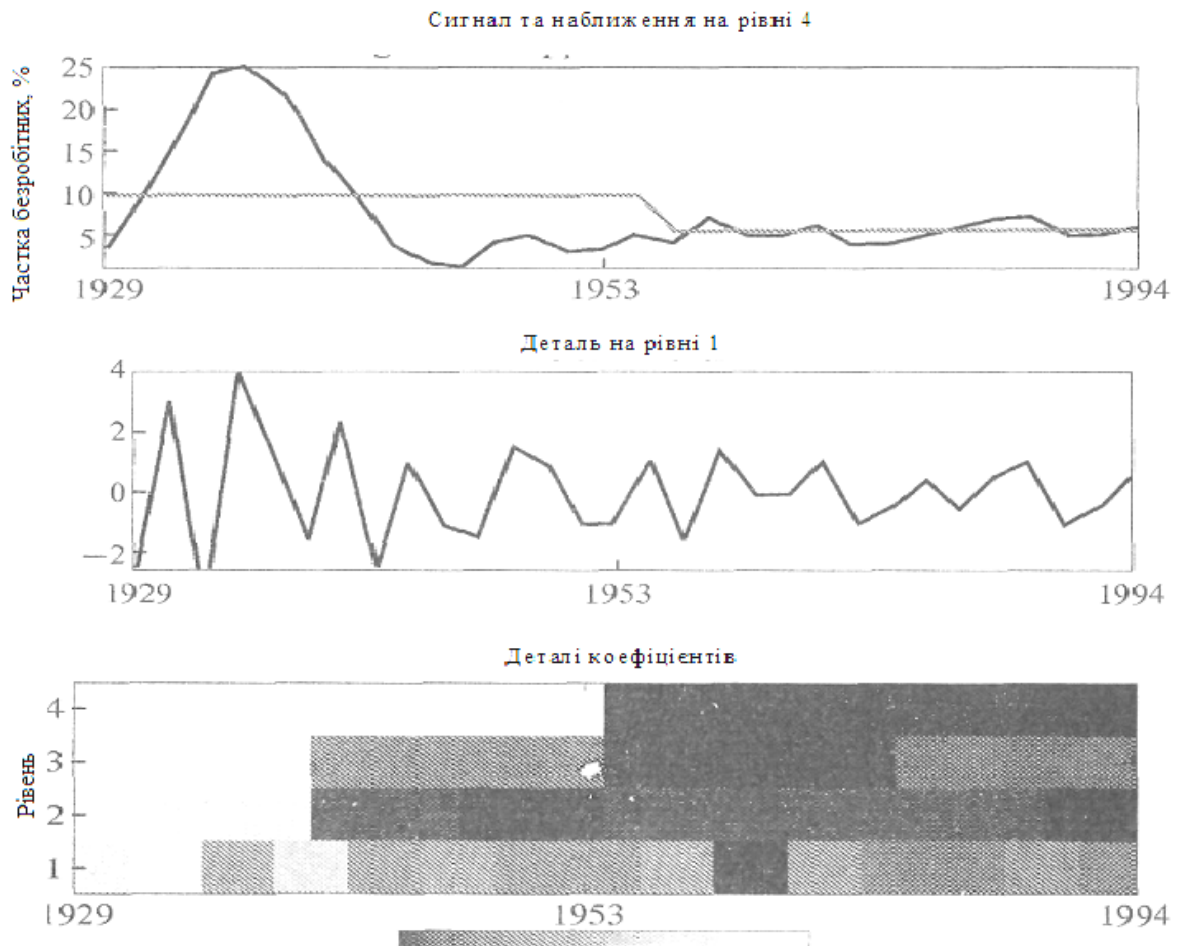


Рис. 6. Декомпозиція динаміки частки безробітних у США за період 1929 – 1994 рр. [28]

Із верхнього графіку рис. 6 випливає, що дійсно, на четвертому (глибинному) рівні декомпозиції існують два режими функціонування економічної підсистеми США. Перший режим – майже 9% безробітних, котрий спостерігається на інтервалі часу, на який припадає “Велика депресія”, зокрема, її пік (1932-1934 рр.), коли частка безробітних становила більше 20%, та другий режим – майже 6% безробітних, який спостерігався у період нормального функціонування економічної підсистеми США. Таким чином, відоме теоретичне положення, згідно з яким частка безробітних на рівні 6% є “нормою” для економічної підсистеми, що знаходиться у стадії нормального функціонування, отримало на прикладі США емпіричне підтвердження. Крім того, був знайдений верхній поріг частки безробітних, наближення до якого і, тим паче, його перевищення, може свідчити про наростання несприятливих тенденцій.

Наведений приклад використання вейв-

лет-аналізу переконливо демонструє практичну користь його застосування не тільки для визначення граничних значень індикаторів національної безпеки, а й для діагностики функціонування складних систем безпеки загалом.

Висновки. Розглянуті у роботі математичні методи визначення граничних значень можна використовувати не тільки для визначення індикаторів національної безпеки, але й для будь-яких інших складних систем безпеки. Однак необхідно зазначити, що сьогодні відсутній єдиний уніфікований підхід до визначення граничних значень цих індикаторів. Рівень ефективності кожного конкретного математичного методу (моделі) визначається тим, наскільки сукупність спостережних явищ, зафіксованої у взаємозв'язках із операціоналізуючими їх відношення гіпотезами, відповідає критеріям повноти, компактності, несуперечності та експліцитності.

Список використаних джерел

1. Возженников А.В. Национальная безопасность: теория, практика, стратегия / А.В.Возженников. – М. : НПО “Модуль”, 2000. – 240 с.
2. Качинський А.Б. Безпека, загрози та ризик / А.Б.Качинський. – К. : ПНБ РНБО ; НА СБ України, 2004. – 472 с.
3. Лесков М.А. Гомеостатические процессы и теория безопасности / М.А.Лесков // Безопасность. – 1994. – № 4. – С. 66-75.
4. Могилевский В.Д. Методология систем: вербальный подход / В.Д.Могилевский. – М. : Экономика, 1999. – 248 с.
5. Прангишвили И.В. Системный подход и общесистемные закономерности / И.В.Прангишвили. – М. : СИН-ТЕГ, 2000. – 528 с.
6. Брайсон Дж. Стратегічне планування для державних і неприбуткових організацій / Дж. Брайсон. – Львів : Літопис, 2004. – 350 с.
7. Мангейм Дж.Б. Политология: Методы исследования / Дж. Б. Мангейм, Р.К.Рич. – М. : Изд-во “Весь Мир”, 1997. – 544 с.
8. Боришполец К.П. Методы политических исследований / К.П.Боришполец. – М. : Аспект Пресс, 2005. – 221 с.
9. Управление риском: Риск. Устойчивое развитие. Синергетика. – М. :Наука, 2000. – 431 с.
10. Надежность технических систем и техногенный риск / В.А.Акимов, В.Л.Лапин, В.М.Попов и др. – М. : Деловой экспресс, 2002. – 368 с.
11. Хаббард Д.У. Как измерить все, что угодно. Оценка стоимости материального в бизнесе / Д.У.Хаббард. – М. : ЗАО “Олимп-Бизнес”, 2009. – 320 с.
12. Фукунага К. Введение в статистическую теорию распознавания образов / К.Фукунага. – М. : Наука, 1979. – 368 с.
13. Горелик А.Л. Методы распознавания / А.Л.Горелик, В.А.Скрипкин. – 4-е изд. – М. : Высшая школа, 1984. – 262 с.
14. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ / под. ред. И.С.Енюкова ; пер. с англ. – М. : Финансы и статистика, 1989. – 215 с.
15. Ту Дж. Принципы распознавания образов / Ту Дж., Р.Гонсалес. – М. : Мир, 1978. – 411 с.
16. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств / А.Кофман. – М. : Радио и связь, 1982. – 432 с.
17. Гиг. Дж. Ван Прикладная общая теория систем : в 2-х т. / Гиг. Дж. Ван. – М. : Мир, 1981. – Т. 2. – 730 с.
18. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменой и его применение к принятию при-

ближенных решений / Л.А.Заде. – М. : Мир, 1976. – 165 с.

19. Паніотто В.І. Статистичний аналіз соціологічних даних / В.І.Паніотто, В.С.Максименко, Н.М.Харченко. – К. : Вид. дім “КМ Академія”, 2004. – 269 с.

20. Тернер Д. Вероятность, статистика и исследование операций / Д.Тернер. – М. : Статистика, 1976. – 432 с.

21. Паклин Н. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям / Н.Паклин, В.Орешков. – 2-е изд., испр. – СПб. : Питер, 2009. – 708 с.

22. Флейс Дж. Статистические методы для изучения таблиц долей и пропорций / Дж. Флейс. – М. : Финансы и статистика, 1989. – 319 с.

23. Ахиезер А. Критические пороги социальных систем / А.Ахиезер, Г.Гольц // Общест-

венные науки и современность. – 1992. – № 1. – С. 45-56.

24. Седов Е.А. Информационно-энтропийные свойства социальных систем / Е.А.Седов // Общественные науки и современность. – 1993. – № 5. – С. 92-100.

25. Сороко Э.М. Золотые сечения, процессы самоорганизации и эволюции систем: Введение в общую теорию гармонии систем / Э.М.Сороко. – М. : КомКнига, 2006. – 264 с.

26. Блаттер К. Вейвлет анализ. Основы теории / К.Блаттер. – М. : Техносфера, 2004. – 280 с.

27. Чуи К. Введение в вейвлеты / К.Чуи. – М. : Мир, 2001. – 412 с.

28. Давыдов А.А. Системный подход в социологии: новые направления, теории и методы анализа социальных систем / А.А.Давыдов. – М. : КомКнига, 2005. – 328 с.

Аннотация: В статье рассмотрены четыре группы математических методов оценки состояния безопасности структурно сложных систем: эвристические, стохастические, аналитические и нелинейной динамики. Проанализированы и систематизированы математические модели определения граничных значений индикаторов безопасности этих систем.

Ключевые слова: математические методы, математические модели, нелинейная динамика, оценка состояния безопасности структурно сложных систем, граничные значения индикаторов безопасности.

Abstract: The article researches four groups mathematical methods of to assess the security status of structurally complex systems: heuristic, stochastic, analytical and nonlinear dynamics. The mathematical models for determining the boundary value of these security systems are analyzed and systematized.

Key words: mathematical methods, mathematical models, nonlinear dynamics, safety assessment of structurally complex systems, the boundary value problems of security indicator.

УДК 004.056.5 (045)

*МЕЛЬНИК Сергій Володимирович
КАЩУК Владислав Іванович*

МЕТОДИ ЦИФРОВОЇ СТЕГANOГРАФІЇ: СТАН ТА НАПРЯМИ РОЗВИТКУ

Постановка проблеми. Стеганографія як один із напрямів людської діяльності має багатовікову історію. Так, слово “стеганографія” у перекладі з грецької мови означає “тайнопис”, тобто процес приховування са-

мого факту передачі або зберігання інформації шляхом її маскуванню у різних об’єктах (або засобах) неживої чи живої природи, що можуть мати дискретні властивості та змінюватись людиною.