УДК 621.39:519.876.5

В. Б. ТОЛУБКО, д-р техн. наук, професор; **Л. Н. БЕРКМАН**, д-р техн. наук, професор;
Л. О. КОМАРОВА, канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співробітник;
І. Е. ПОХАБОВА, аспірантка, Державний університет телекомунікацій, Київ

Метод забезпечення вірогідності передавання інформації системи управління в критичному режимі

Розглянуто метод синтезу сигналу, оптимального за критерієм мінімуму завадового впливу на вході демодулятора, і наведено приклад практичного застосування цього методу в разі, коли система управління мережею функціонує в надзвичайній ситуації.

Ключові слова: система управління; вірогідність передавання інформації; метод синтезу сигналу за критерієм мінімуму завадового впливу; критичний режим; інваріантність.

Вступ

Для сучасних систем управління (СУ) інфокомунікаційними мережами головне завдання полягає в забезпеченні ефективного функціонування таких систем в усіх режимах, включаючи й критичний, тобто режим, що виникає в надзвичайних ситуаціях.

На практиці це завдання доводиться розв'язувати комплексно. Проте пошук відповідних методів має сенс лише за наявності каналів зв'язку з гарантованою вірогідністю передавання інформації. Коли ж ідеться про критичний режим, то тут така вірогідність визначається фактично властивістю інваріантності системи до непрогнозованих збурень.

Синтез оптимального сигналу за умовами відносної інваріантності до адитивної завади

Один із ефективних методів синтезу систем, що мають постійні параметри та характеризуються інваріантністю до адитивної завади, полягає у відшуканні оптимального сигналу. Відповідно до нього відбувається вибір оператора демодуляції $\Phi_{\text{опт}N}$ як оптимального стосовно завади N, а відносна інваріантність до завади Ξ (якщо вона можлива) досягається вибором сигналу S, що мінімізує за тим чи іншим критерієм ефект дії зазначеної завади на виході демодулятора.

Спинимося докладніше на питанні синтезу оптимального сигналу. Нагадаємо, що тут і далі йдеться про системи передавання дискретної інформації з постійними параметрами, а отже, вони можуть бути інваріантні (абсолютно чи відносно) тільки щодо квазідетермінованих завад.

Квазідетерміновану заваду можна записати у вигляді детермінованої функції часу з випадковими параметрами α, β, γ і т. д.:

$$\xi = \xi(t, \alpha, \beta, \gamma, \ldots). \tag{1}$$

У найпростішому випадку, який надалі розглядатимемо, випадковий параметр лише один, тобто

$$\xi = \xi(\alpha, t). \tag{2}$$

За умовою відносної інваріантності для знаходження оптимального сигналу потрібно мінімізувати величину $\Phi_{\text{опт}N}(S,\xi)$.

Якщо використовується середньоквадратичний критерій мінімізації, то задача формулюється так:

$$J[S(t)] = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \{\Phi_{\text{опт}N}[S(t),\xi(\alpha,t)]\}^2 d\alpha = \min_{S(t)},$$

де (α_1, α_2) — область зміни параметра α. Оптимальний алгоритм демодуляції в гауссовому каналі — це алгоритм когерентного прийому

$$\Phi_{\text{опт}N}[S(t),\xi(\alpha,t)] = \int_0^T S(t)\xi(\alpha,t)dt.$$

Скористаємося поданням сигналу і завади у вигляді розкладів за ортонормованими функціями $\varphi_i(t)$:

$$S(t) = \sum_{i=n_1}^{n_2} a_i \varphi_i(t); \tag{3}$$

$$\xi(\alpha,t) = \sum_{i=n_1}^{n_2} b_i(\alpha)\varphi_i(t). \tag{4}$$

Тоді

$$\Phi_{\text{опт}N}[\{a_i\},\alpha] = \sum_{i=n_1}^{n_2} a_i b_i(\alpha).$$

При цьому задача середньоквадратичної мінімізації набирає вигляду

$$J[\{a_i\}] = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2}\left[\sum_{i=n_1}^{n_2} a_i b_i(\alpha)\right]^2 d\alpha = \sum_{i=n_1}^{n_2} a_i^2 \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} b_i^2(\alpha)d\alpha + \sum_{j,i=n_1}^{n_2} a_i a_j \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} b_i(\alpha)b_j(\alpha)d\alpha.$$

Скористаємось такими позначеннями:

$$c_i = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} b_i^2(\alpha)d\alpha = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2}\left[\int_0^T \xi(\alpha,t)\varphi_i(t)dt\right]^2 d\alpha; \tag{5}$$

$$c_{ij} = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} b_i(\alpha)b_j(\alpha)d\alpha = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2}\left[\int_0^T \xi(\alpha,t)\varphi_i(t)dt \int_0^T \xi(\alpha,t)\varphi_j(t)dt\right]d\alpha. \tag{6}$$

Коефіцієнти c_i і c_{ij} можуть бути обчислені заздалегідь, якщо квазідетерміновану заваду задано у вигляді (2).

Отже, з урахуванням природного обмеження на енергію сигналу дістаємо

$$J[\{a_i\}] = \sum_{i=n_1}^{n_2} c_i a_i^2 + \sum_{\substack{i=n_1 \\ i \neq j}}^{n_2} \sum_{j=n_1}^{n_2} c_{ij} a_i a_j = \min_{\{a_i\}}; \quad (7)$$

$$\sum_{i=n_1}^{n_2} a_i^2 = A, \quad (8)$$

тобто необхідно знайти таку сукупність коефіцієнтів α_i, що задовольняють умову (8), мінімізуючи суму (7).

Дана задача у формулюванні (7), (8) належить до класу задач нелінійного програмування. Один із методів її розв'язання передбачає зведення до системи рівнянь. Наведемо відповідні викладки. Для спрощення запису змінимо нумерацію індексів при змінних і коефіцієнтах функції J, а саме: нумерацію від n_1 до n_2 замінимо на нумерацію від 1 до K, де $K = n_2 - n_1 + 1$. Тоді дістанемо:

$$J[\{a_i\}] = \sum_{i=1}^{K} c_i a_i^2 + \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^{K} \sum_{j=1}^{K} c_{ij} a_i a_j; \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^{K} a_i^2 = A. \quad (10)$$

Знайдемо частинні похідні функції (9) за всіма змінними:

$$\frac{\partial J}{\partial a_1} = 2c_1 a_1 + 2\sum_{j \neq 1} c_{1j} a_j;$$

$$\frac{\partial J}{\partial a_2} = 2c_2 a_2 + 2\sum_{j \neq 2} c_{2j} a_j;$$

$$\vdots$$

$$\frac{\partial J}{\partial a_K} = 2c_K a_K + 2\sum_{j \neq K} c_{Kj} a_j.$$

Прирівнявши частинні похідні до нуля, дістанемо таку систему лінійних однорідних рівнянь:

$$\left.\begin{array}{l} c_1 a_1 + \sum\limits_{j \neq 1} c_{1j} a_j = 0 \\ c_2 a_2 + \sum\limits_{j \neq 2} c_{2j} a_j = 0 \\ \vdots \\ c_K a_K + \sum\limits_{j \neq K} c_{Kj} a_j = 0 \end{array}\right\}. \quad (11)$$

Ця система має ненульові розв'язки тільки в тому разі, коли визначник D її дорівнює нулю:

$$D = \begin{vmatrix} c_1 & c_{12} & c_{13} & \dots & c_{1K} \\ c_2 & c_{21} & c_{23} & \dots & c_{2K} \\ & & \vdots & & \\ c_K & c_{K1} & c_{K2} & \dots & c_{K(K-1)} \end{vmatrix} = 0.$$

Розв'язок системи лінійних рівнянь (11), очевидно, дасть точку екстремуму функції (9). Якщо цей екстремум являє собою мінімум, то задачу розв'язано.

Зауважимо, насамперед, що обмежувальна умова (10) у цьому разі неістотна. Справді, нехай сукупність a_1^*, a_2^*, a_K^* — це деякий ненульовий розв'язок системи (11), такий, що $\sum_{i=1}^{K} \left(a_i^*\right)^2 = B \neq A$.

Позначимо $A/B = r^2$. Вочевидь, $ra_1^*, ra_2^*, ..., ra_K^*$ — також розв'язок системи (11), причому він задовольняє умову (10), оскільки

$$\sum_{i=1}^{K} \left(ra_i^*\right)^2 = r^2 \sum_{i=1}^{K} \left(a_i^*\right)^2 = r^2 B = A.$$

Таким чином, розв'язком задачі синтезу сигналу $\{a_i\}$ є будь-який ненульовий розв'язок системи (10), якщо тільки відповідний екстремум є мінімумом.

Існування розв'язку системи (11) — це необхідна, але не достатня умова визначення мінімуму функції (9). По-перше, знайдений розв'язок системи може дати не мінімум, а максимум, а по-друге, знайдений мінімум може бути не найменшим. Для остаточного розв'язання задачі необхідно використати достатні умови існування екстремуму функції багатьох змінних, а також безпосереднє підставлення всіх здобутих розв'язків у вираз (9) із визначенням того з них, який забезпечує найменше значення величини J.

Зауважимо, що кількість членів у сумах виразу (9), а отже, і порядок тієї системи лінійних рівнянь (10), яку потрібно розв'язати, дорівнює базі шуканого сигналу $K = 2\Delta f T$, де Δf — ширина його спектра. Що ж до кількості тих, які потрібно обчислити за формулами (5) і (6) коефіцієнтів рівнянь, то вона дорівнює квадрату бази сигналу. Для досягнення відносної інваріантності системи стосовно квазідетермінованої завади необхідно використати достатньо складний сигнал із базою, яка дорівнює принаймні кільком десяткам. Розв'язати відповідну систему рівнянь можна тільки чисельними методами з використанням цифрових обчислювальних машин.

Таким чином, при розв'язуванні даної задачі ми стикаємося зі звичною суперечністю: чим складніший оптимальний сигнал, тим краще виконуються умови інваріантності, але тим важче здійснити його пошук сучасними обчислювальними методами. Зазначену суперечність не завжди вдається подолати.

У наведеному раніше формулюванні задачі синтезу оптимального сигналу передбачалося, що параметр завади α розподілений рівномірно на інтервалі (α_1, α_2), оскільки жодному значенню α не надавалася перевага. У загальному випадку α має деякий довільний розподіл. Позначимо відповідну щільність імовірності через $W(\alpha)$. Тоді необхідно мінімізувати функціонал

$$J[S(t)] = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \{\Phi_{\text{опт}N}[S(t), \xi(\alpha, t)]\}^2 W(\alpha) d\alpha.$$

Подавши шуканий сигнал і заваду у вигляді розкладів (3) і (4), дістанемо:

$$J = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \left[\sum_{i=1}^{K} a_i b_i(\alpha)\right]^2 W(\alpha) d\alpha = \sum_{i=1}^{K} a_i^2 \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} b_i^2(\alpha) W(\alpha) d\alpha +$$

$$+ \sum_{i=1}^{K} \sum_{j=1}^{K} a_i a_j \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} b_i(\alpha) b_i(\alpha) W(\alpha) d\alpha.$$

Скориставшись позначеннями

$$c_i^* = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} b_i^2(\alpha) W(\alpha) d\alpha, \quad c_{ij}^* = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} b_i(\alpha) b_i(\alpha) W(\alpha) d\alpha,$$

дістанемо:

$$J = \sum_{i=1}^{K} c_i^* a_i^2 + \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^{K} \sum_{j=1}^{K} c_{ij}^* a_i a_j = \min_{\{a_i\}}.$$

Таким чином, з урахуванням розподілу випадкового параметра завади α задача зводиться до мінімізації функції, аналогічної (9), яка відрізняється від неї тільки коефіцієнтами.

Розглянутий метод відшукання оптимального сигналу не єдиний. Оскільки задача зводиться до пошуку екстремуму функції багатьох змінних, то її можна розв'язати за допомогою різних регулярних і випадкових методів пошуку екстремуму.

Оптимізація за рівномірним критерієм

У цьому разі задача синтезу оптимального сигналу набирає вигляду

$$\max_{\alpha} |\Phi_{\text{опт}N}[S(t), \xi(\alpha, t)]| = \min_{S(t)}, \tag{12}$$

де $S(t)$ — шуканий сигнал; $\xi(\alpha, t)$ — квазідетермінована завада з одним випадковим параметром α, що змінюється в інтервалі (α_1, α_2).

Використовуючи, як і раніше, розклади сигналу та завади (3) і (4), дістаємо з (12) таку рівність:

$$\max_{\alpha_1 \le \alpha \le \alpha_2} \left|\sum_{i=n_1}^{n_2} a_i b_i(\alpha)\right| = \min_{\{a_i\}}. \tag{13}$$

Отже, задача зводиться зрештою до відшукання вектора $\{a_i\}$ з компонентами, які задовольняють умову

$$\sum_{i=n_1}^{n_2} a_i^2 = A, \tag{14}$$

і такого, що мінімізує максимум модуля вихідного сигналу демодулятора, узятий за всіма значеннями випадкового параметра α. Задачу (13) можна розв'язати методом лінійного програмування, замінивши умову (14) будь-яким лінійним еквівалентом.

Виконаємо перетворення, що зводять дану задачу до стандартного вигляду задачі лінійного програмування. Введемо змінну x, що задовольняє умову $x \ge \left|\sum_{i=n_1}^{n_2} a_i b_i(\alpha)\right|$. Оскільки x не може бути більший за $\left|\sum a_i b_i(\alpha)\right|$, то мінімум x, вочевидь, дорівнює максимуму цієї величини, тобто $\min x = \max\left|\sum a_i b_i(\alpha)\right|$, коли максимум береться за змінною α при фіксованих a_i. Тоді задачу (13) можна замінити еквівалентною у вигляді

$$\min x, \tag{15}$$

$$x \ge \left|\sum_{i=n_1}^{n_2} a_i b_i(\alpha)\right|. \tag{16}$$

Відповідне формулювання таке: знайти сукупність коефіцієнтів розкладу сигналу $\{a_i\}$, таких, що змінна x, яка не перевищує $\left|\sum a_i b_i(\alpha)\right|$, набуває мінімально можливого значення, коли α змінюється в інтервалі (α_1, α_2).

Щоб звести задачу (15), (16) до виду задачі лінійного програмування, необхідно звільнитися від операції відшукання абсолютного значення функції, а також замінити функцію від змінної α сукупністю чисел.

Для цього, по-перше, замінимо нерівність (16) двома нерівностями

$$x \ge \sum_{i=n_1}^{n_2} a_i b_i(\alpha), \quad x \ge -\sum_{i=n_1}^{n_2} a_i b_i(\alpha),$$

а по-друге, замінимо кожну з останніх нерівностей системою нерівностей для відліків функцій $b_i(\alpha)$ у точках $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \ldots, \alpha_j, \ldots, \alpha_n$, рівномірно розподілених на інтервалі (α_1, α_2). У результаті дістанемо:

$$\min x, \tag{17}$$

$$x \ge \sum_{i=n_1}^{n_2} a_i b_i(a_j); \tag{18}$$

$$x \ge -\sum_{i=n_1}^{n_2} a_i b_i(a_j), \tag{19}$$

де

$$i = n_1, n_1 + 1, \ldots, n_2; \quad j = 1, 2, \ldots, n. \tag{20}$$

Розмірність здобутої задачі лінійного програмування визначається кількістю членів у розкладі шуканого сигналу $K = n_2 - n_1 + 1$ і кількістю нерівностей у системі обмежень (18), (19), що дорівнює $2n$. При синтезі сигналу середньої складності значення K і $2n$ мають порядок кількох десятків.

Складність розв'язання задачі (17)–(20) визначається, проте, і тим, що без урахування обмеження (14) можна дістати тільки тривіальний нульовий розв'язок. Тому є сенс увести деяке лінійне обмеження, котре має той самий зміст, що й (14). Конкретна форма цього обмеження залежить від фізичного змісту розв'язуваної задачі та від виду координатних функцій. Якщо, наприклад, відомі знаки шуканих коефіцієнтів, то умову (14) можна замінити лінійним обмеженням $\sum_{i=n_1}^{n_2} a_i \operatorname{sign} a_i = C$.

У тих випадках, коли всі коефіцієнти за змістом задачі додатні, використовують прості додаткові обмеження:

$$\left.\begin{array}{l} \sum_{i=n_1}^{n_2} a_i = C \\ a_i \ge 0 \end{array}\right\}.$$

Як приклад сформулюємо задачу синтезу оптимального сигналу для квазідетермінованої завади, заданої у вигляді гармонічного коливання з випадковою частотою $\xi(\varepsilon, t) = \sin \alpha t$. Нехай частота завади змінюється від 300 до 1300 Гц, так що параметр α набуває значень від $2\pi \cdot 300$ і до $2\pi \cdot 1300$ рад/с, а тривалість елемента сигналу дорівнює $T = 2 \cdot 10^{-2}$ с. Як базис простору сигналу і завади виберемо сукупність ортонормованих гармонічних функцій:

$$\varphi_i(t) = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{T}} \sin \frac{2\pi}{T} it. \tag{21}$$

Якщо в сигналі й заваді є складові з частотами тільки від 300 до 1300 Гц, то базис розкладу становитимуть функції (21) з індексами від $i = 6$ до $i = 26$, так що сигнал і завада наберуть відповідно вигляду:

$$S(t) = \sum_{i=6}^{26} a_i \varphi_i(t); \quad \xi(\alpha, t) = \sum_{i=6}^{26} b_i(\alpha) \varphi_i(t),$$

де a_i — шукані коефіцієнти розкладу сигналу;

$$b_i(\alpha) = \sqrt{\frac{2}{T}} \int_0^T \sin \alpha t \sin \frac{2\pi i}{T} t\, dt = (-1)^i \sqrt{\frac{T}{2}} \frac{i \sin \frac{\alpha T}{2}}{(\alpha T)^2 - (2\pi i)^2}. \tag{22}$$

Графік функції $|b_i(\alpha)|$ наведено на рисунку. Найбільш характерними на осі абсцис є точки, які відповідають максимумам і нулям функції $|b_i(\alpha)|$. Саме ці точки візьмемо як відліки за змінною α. Вочевидь відповідні значення параметра α визначаються (у межах заданої зміни) виразом

$$\alpha_j = \frac{2\pi}{T}(3 + 0{,}5j). \tag{23}$$

Підставивши (23) у (22), дістанемо

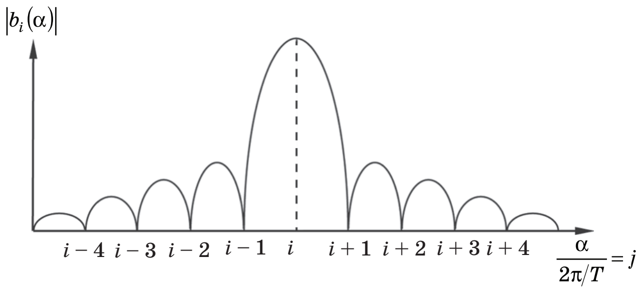
$$b_i(\alpha_j) = (-1)^i K \frac{i \sin \pi(3 + 0{,}5j)}{(3 + 0{,}5j)^2 - i^2},$$

де $K = \frac{\sqrt{T}}{4\sqrt{2}\pi^2}$; $\quad j = 6, 7, 8, \ldots, 46$.

Таким чином, задача лінійного програмування в даному прикладі набирає вигляду

$$\left.\begin{array}{l} \min x \\ x \ge \sum_{i=6}^{26} a_i b_i(\alpha_i) \\ x \ge -\sum_{i=6}^{26} a_i b_i(\alpha_i) \\ j = 6, 7, 8, \ldots, 46 \end{array}\right\}. \tag{24}$$

До множини обмежень задачі, як бачимо, входять 82 нерівності, кожна з яких містить суму, що складається з 21 члена.



Залежність коефіцієнта розкладу зосередженої завади від її частоти

Висновок

Здобуті в результаті застосування розглянутих способів оптимальні сигнали можуть бути важко реалізовувані чи непридатні з інших причин, наприклад через великий пікфактор. У цих випадках необхідно знайти сигнал, найближчий за визначеним критерієм до здобутого оптимального сигналу і придатний для практичного використання. Якщо, скажімо, задано релейну форму сигналу, за якої він може набувати тільки двох значень 1 і –1, то такий сигнал $S_{\text{рел опт}}(t)$ дістаємо з оптимального сигналу $S_{\text{опт}}(t)$ за правилом $S_{\text{рел опт}}(t) = \operatorname{sign} S_{\text{опт}}(t)$. Як відомо, такий релейний сигнал є найближчий до сигналу $S_{\text{опт}}(t)$ із класу релейних сигналів за середньоквадратичним критерієм, тобто виконується рівність

$$\int_0^T [S_{\text{опт}}(t) - \operatorname{sign} S_{\text{опт}}]^2 dt = \min_{S_{\text{рел}}}.$$

Література

*1. **Багатокритеріальна** оптимізація параметрів програмно-конфігурованих мереж/ [В. Б. Толубко, Л. Н. Беркман, Л. О. Комарова, Є. В. Орлов] // Телекомунікаційні та інформаційні технології.— 2014.— № 4.— С. 3–8.*

*2. **Беркман, Л. Н.** Теоретичні основи методології синтезу інформаційно-комунікаційних систем / Л. Н. Беркман, О. В. Копійка // Телекомунікаційні та інформаційні технології.— 2014.— № 4.— С. 12–20.*

*3. **Окунев, Ю. Б.** Цифровая передача информации фазомодулированными сигналами / Ю. Б. Окунев.*

В. Б. Толубко, Л. Н. Беркман, Л. А. Комарова, И. Э. Похабова

МЕТОД ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В КРИТИЧНОМ РЕЖИМЕ

Рассмотрен метод синтеза сигнала, оптимального по критерию минимума помехового влияния на входе демодулятора, и приведен пример практического применения этого метода в случае, когда система управления сетью функционирует в чрезвычайной ситуации.

Ключевые слова: система управления; достоверность передачи информации; метод синтеза сигнала по критерию минимума помехового влияния; критичный режим; инвариантность.

V. B. Tolubko, L. N. Berkman, L. O. Komarova, I. E. Pokhabova

THE METHOD GARANTEEING VALIDITY OF CONTROL SYSTEM INFORMATION TRANSMISSION IN EMERGENCY OPERATION

The method permitting synthesize the optimal sygnal reducing to a minimum disturbances effect on demodulator input is considered as well as example illustrating this method.

Keywords: control system; validity of information transmission; sygnal synthes method meeting the demands for minimum disturbunces effect; emergency operation; invariance.

УДК 351.746.1

В. БОГДАНОВИЧ, д-р техн. наук, професор; **Д. МІЩЕНКО,** аспірант;
А. ТУПАЛО; Т. ХРОПКО, Державний університет телекомунікацій, Київ

Методологічні аспекти організації управління інформаційно-психологічною безпекою населення в умовах низького рівня соціально-політичної стабільності в країні

Розглянуто методологічні підходи до організації управління інформаційно-психологічною безпекою населення в умовах низького рівня соціально-політичної стабільності в державі. Обґрунтовано мету, завдання, а також цілі такого управління. Розглянуто методичний підхід до формування системи показників оцінювання ефективності протидії деструктивним інформаційно-психологічним впливам і запропоновано методику управління інформаційно-психологічною безпекою політичного керівництва та населення. Наведено цільову функцію та узагальнений алгоритм управління. Сформульовано умови забезпечення достатнього рівня інформаційно-психологічної безпеки.

Ключові слова: спеціальна інформаційна операція; деструктивний інформаційно-психологічний вплив; психологічна безпека; загрози психологічного характеру; управління інформаційно-психологічною безпекою; ефективність протидії.

Постановка проблеми

Статтю присвячено проблемі захисту найширших верств населення від деструктивних інформаційних впливів за умов сучасного інформаційного протиборства. Актуальність проблеми зумовлено недостатньою розробленістю науково-методологічного апарату організації ефективної протидії деструктивним інформаційно-психологічним впливам з боку недружніх держав, що утруднює розвиток та забезпечення соціально-політичної стабільності в державі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У монографії [1] досліджено природу маніпуляції свідомістю як окремих особистостей, так і великих груп людей, але проблема управління інформаційно-психологічною безпекою не стала предметом докладного розгляду. У монографії [2] наведено фактори, які визначають ефективність психологічної операції, спрямованої на невеликі групи людей. Серед відповідних показників виокремлено прямі і непрямі. Але по цих показниках неможливо коректно оцінити ефективність тієї чи іншої спеціальної інформаційної операції (СІО), що проводиться проти населення країни.

У публікаціях [3–7] подано загальну характеристику інформаційно-психологічних операцій, але питання оцінювання їх ефективності там не розглянуто. Через це немає змоги виявити найбільш суттєві характеристики інформаційних операцій, обґрунтувати критерії оцінювання їх ефективності і, відповідно, сформулювати стратегічні вимоги до системи протидії таким операціям, аби зрештою організувати управління інформаційно-психологічною безпекою великих груп людей.

У статті [8] запропоновано граф-модель процесу організації протидії спеціальним інформаційним операціям, але питання реалізації управління інформаційно-психологічною безпекою не розглянуто.

Нерозв'язана досі проблема

У зазначених публікаціях та інших наукових працях, з якими змогли ознайомитися автори, питання системного підходу до організації управління інформаційно-психологічною безпекою не досліджено.