

*Сергій Станіславович Гаценко (кандидат технічних наук)  
Олександр Миколайович Ліщенко  
Андрій Іванович Сотніченко  
Ярослав Анатолійович Жарков*

*Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна*

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ РОЗВІДУВАЛЬНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

*Одним із основних технічних видів воєнної розвідки України, який постійно здійснюється (ведеться) в мирний час, особливий період, в інтересах національної безпеки і оборони держави та виконання завдань в операціях (бойових діях) є радіоелектронна розвідка.*

*Радіоелектронна розвідка добуває розвідувальну інформацію шляхом викриття функціонування радіоелектронних засобів і систем які застосовуються для управління військами (силами) та зброєю, а також здійснює збір, обробку, аналіз та доведення добутої розвідувальної інформації визначеним споживачам у встановлені терміни.*

*Для безперервного та своєчасного забезпечення споживачів визначеною інформацією, інформаційними (інформаційно-аналітичними) органами здійснюється комплекс заходів розвідувально-інформаційної діяльності, розвідувально-інформаційної роботи.*

*В умовах динамічності, багатогранності процесів обробки, аналізу, зберігання великих об'ємів інформації ключовим залишається завдання зменшення невизначеності інформації викликаной факторами еволюційного розвитку, факторами застосування складних інформаційних систем в різних умовах складної радіоелектронної та оперативної обстановки.*

**Ключові слова:** *радіоелектронна розвідка; розвідувально-інформаційна діяльність; розвідувально-інформаційна робота; невизначеність інформації.*

### Вступ

**Постановка проблеми.** Зібрати у визначені терміни, оперативно обробити, проаналізувати та вчасно доповісти це є головним і вирішальним завданням розвідувально-інформаційної діяльності (РІД) в інтересах забезпечення прийняття рішення. Особливістю сучасної РІД є вирішення широкого кола інтелектуальних за змістом завдань: відбір і формування розвідувальних ознак; розпізнавання та ідентифікація об'єктів розвідки при неповній і нечіткій інформації в умовах значної невизначеності вихідних даних.

Відповідно, це зумовлює широке застосування відповідного науково-методичного апарату та впровадження сучасних інформаційних технологій в даний процес. Проте сьогодні стан розробок нових інформаційних технологій для автоматизації зазначених процесів залишається на низькому рівні, а формалізація розвідувально-інформаційної діяльності в умовах невизначеності інформації є актуальним науковим завданням.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Результати аналізу останніх досліджень і публікацій вказують на відсутність системного підходу щодо розвитку теорії інформаційно-аналітичної діяльності [1-3]. Можливість застосування інформаційних систем в процесі розвідувально-інформаційної діяльності розглянуто в [4]. В [5] основна увага автором

приділена застосуванню математичного апарату теорії нечітких множин для опису математичних моделей. У статті [6] запропоновано науково-методичний апарат на основі використання математичного апарату теорії нечітких множин, але не враховані інші види невизначеності при обробці інформації.

Все це створює передумови для систематизації знань у галузі РІД, формалізованого представлення процесів РІД та детального аналізу рівнів та видів невизначеностей що впливають на прийняття рішення.

**Мета статті.** Удосконалення науково-методичного апарату процесу розвідувально-інформаційної діяльності в інтересах прийняття рішення та проведення детального аналізу рівнів та видів невизначеностей.

### Виклад основного матеріалу дослідження

РІД являє собою безперервний у часі процес управління розвідувальними органами та містить комплекс заходів з організації та ведення розвідувально-інформаційної роботи для задоволення інформаційних потреб споживачів розвідувальної інформації (рис. 1) [7].

У формальному вигляді РІД являє собою процес створення потоку інформаційних повідомлень, які поступають у систему розвідки, а

потім у систему управління військами. Потік проходить через різні етапи (ланки) обробки, на кожному з яких інформаційні повідомлення

визначаються і до виконавця потрапляють у формі бойових розпоряджень і цілевказівок.

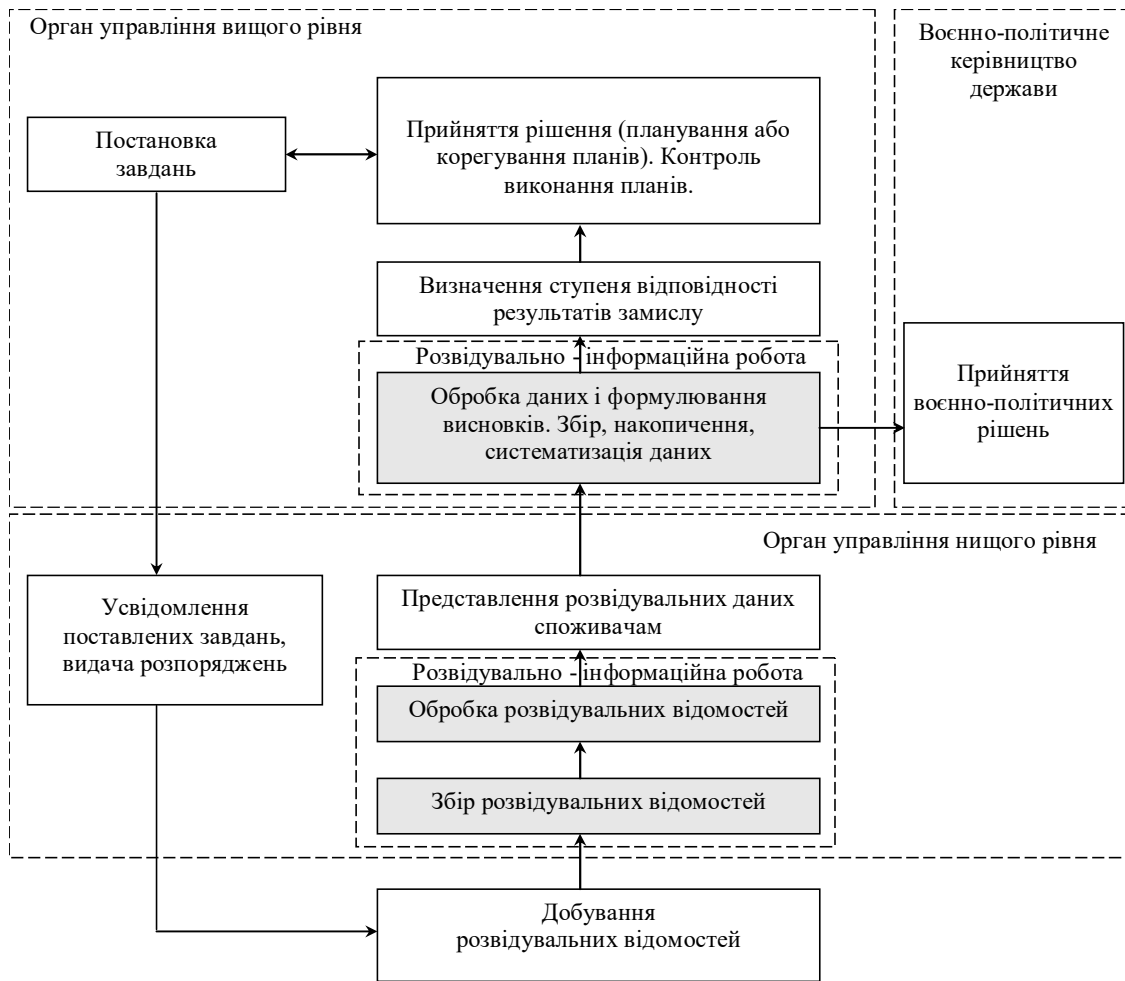


Рис. 1. Процес розвідувально-інформаційної діяльності

Кожний етап РІД являє собою комплекс організаційних заходів циклу управління, що відбуваються на командних пунктах, у штабах, відділах, службах, з використанням технічних засобів обробки і управління. Ланки РІД є частинами конкретних організаційно-технічних систем розвідки і управління військами, що певним чином взаємопов'язані і у формальному вигляді являють собою інформаційну мережу.

Мережа, як засіб формалізації складових процесів РІД (рис. 2) дає можливість відображення структури проходження розвідувальної інформації; представлення у наглядній формі із заданим ступенем деталізації взаємозв'язків і логічні послідовності окремих процесів та їх тривалість; оцінювання ступені важливості кожної організаційної ланки; визначити варіант інформаційної структури, що є оптимальною за певним критерієм.

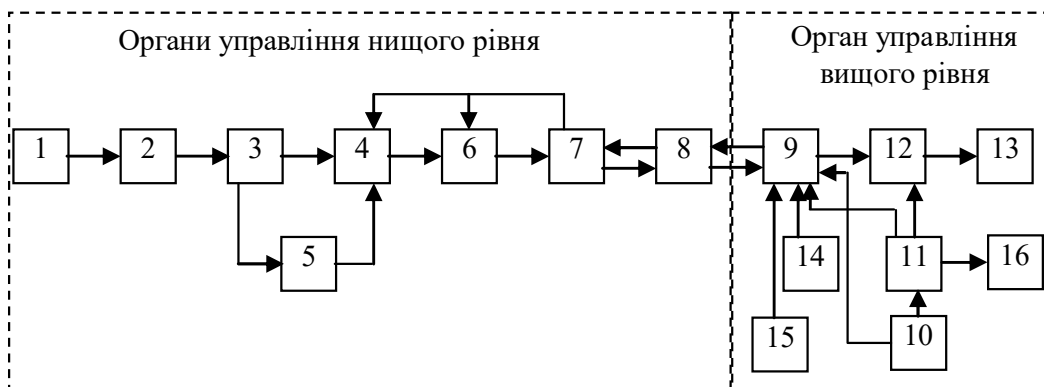


Рис. 2. Інформаційна мережа процесу розвідувально-інформаційної діяльності

Мережа складається з певної кількості ланок  $n_i, i=1, N$ . Кожну  $i$ -ту ланку можна розглядати як певний  $i$ -й стан, у якому послідовно перебуває кожне з інформаційних повідомлень, що утворюють потоки розвідувальних відомостей і даних. Виходячи із сутності процесу РІД ланками мережі, що зображена на рисунку 2, можуть бути:

1 – добування і формування потоків розвідувальних відомостей; 2 – збір, доведення розвідувальних відомостей до органів обробки; 3 – систематизація, вибірка розвідувальних відомостей; 4 – формування реалізацій розвідувальних ознак із добутих розвідувальних відомостей; 5 – визначення місцеположення об'єктів в просторі; 6 – викриття (розпізнавання) оперативно-тактичної приналежності об'єктів та їх станів, діяльності; 7 – оцінювання розвідувальних даних та прийняття рішення щодо їх представлення; 8 – доведення даних до споживачів; 9 – збір, систематизація, узагальнення розвідувальної інформації вищим органом обробки; 10 – оцінювання обстановки та отриманих розвідувальних даних вищим органом обробки; 11 – віддавання розпоряджень та націлювань вищим органом обробки; 12 – усвідомлення поставлених завдань, видача команд на добування; 13 – усвідомлення поставлених завдань, видача команд на ураження; 14, 15 – розвідувальна інформація, що отримана по лінії взаємодії; 16 – усвідомлення поставлених завдань, видача команд на подавлення.

Процес РІД є багатоцільовою слабоструктурованою інформаційною системою у функціонуванні якої виділяють детерміновані та ймовірнісні етапи. При виробленні рішень з управління інформаційними системами в умовах ризику виходять з наявності достовірної статистики за минулі періоди та аналізу тенденцій збереження в майбутньому деяких закономірностей зміни внутрішнього і зовнішнього середовища.

Цей підхід, що спирається з точки зору математики на імовірнісний характер зовнішнього і внутрішнього середовища, дозволяє виробленню рішення не вийти за допустимі межі точності управління, дозволяє підвищити об'єктивність управлінського рішення і отримати поточні та прогнознi оцінки результату його виконання.

При виробленні рішень з управління інформаційною системою в умовах невизначеності інформаційна неповнота відчувається найбільш гостро, оскільки необхідні для прийняття рішення відомості і факти або відсутність або їх достовірність викликає обґрунтовані сумніви. У цьому випадку, коли вироблення і прийняття рішення не має об'єктивної інформаційної бази, часто стає неминучим залучення кваліфікованих експертів, судження яких дозволяють зменшити дефіцит знань і сформулювати рекомендації в недостатньо однозначній обстановці. Таким чином, як і в ситуації для умов ризику, реалізація

рішення по управлінню інформаційною системою може привести до різних результатів, але в умовах невизначеності їх ймовірності або невідомі, або не мають сенсу (коли ситуація не носить випадкового характеру) [8-10].

Важливою особливістю є базові умови при виробленні та прийнятті рішення (рис. 3) та причини виникнення невизначеності (рис. 4) при виробленні рішень з управління інформаційною системою, їх часто пов'язують з факторами некомпетентності посадових осіб з факторами протидії протиборчої сторони і з факторами випадковості, яка завжди має місце в ході функціонування складних інформаційних систем [8-10].

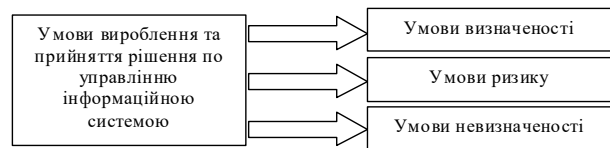


Рис. 3. Загальна класифікація вимог вироблення і прийняття рішення



Рис. 4. Базові причини невизначеності при виробленні і прийнятті рішення

Ступінь невизначеності інформації буває різною - від повного незнання і щодо майбутньої обстановки до припускового знання нижніх і верхніх меж, в рамках яких може варіюватися показник, що характеризує той чи інший аспект якості управління інформаційною системою. Розрізняють ступінь “глибини незнання”, величину поінформованості осіб і систем, що приймають управлінські рішення. Розрізняють ступені [8-10]:

повна поінформованість – їй відповідає близька до одиниці прогнозованість  $G_\tau$  подій

$$\lim_{\tau \rightarrow \tau_k} G_\tau = 1,$$

де  $\tau$  - час, а  $\tau_k$  - кінцевий час прогнозування події;

повна непоінформованість – їй відповідає близька до нуля прогнозованість настання події, що математично виражається співвідношенням

$$\lim_{\tau \rightarrow \tau_k} G_\tau = 0,$$

часткова невизначеність – відповідає подіям, прогнозованість яких лежить в межах від 0 до 1, що може бути виражено нерівністю

$$0 < G_\tau < 1;$$

невизначеність “безнадійна” – відповідає відсутності інформації про ймовірності стану середовища, в рамках якого функціонує інформаційна система.

У цих випадках для визначення найкращих рішень з управління інформаційною системою використовуються критерії гарантованого результату, оптимізму, песимізму, мінімаксного ризику і узагальненого максиміна [8-10].

Варіант загальної класифікації видів невизначеності, що впливає на вироблення рішень в рамках управління складними, багаторівневими системами збору, зберігання, обробки і передачі інформації запропонований на рис. 5.

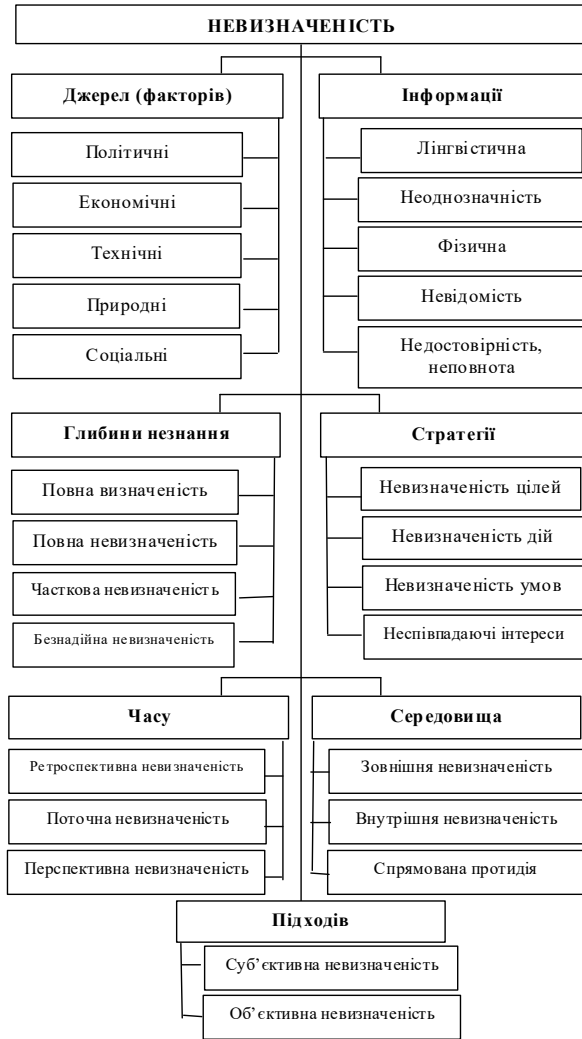


Рис. 5. Базові причини невизначеності при виробленні і прийнятті рішення

Умови невизначеності, що виникають при прийнятті рішень з управління інформаційними системами, об'єктивно обумовлені тим, що складні системи збору, зберігання, обробки і передачі інформації в процесі свого функціонування відчувають залежність від цілого ряду факторів.

Аналіз підходів до прийняття рішення [11] та видів невизначеності що мають місце при прийнятті рішення посадовими особами на організацію збору, зберігання, обробки і передачі інформації в інформаційних системах вказує на те що на сучасному етапі недостатньо розвинуті алгоритми прийняття рішення в умовах нестохастичної невизначеності, а саме,

неоднозначності (нечіткості) і недостатності (неповноти, протиріччя) вихідної інформації для прийняття рішення на управління системами подібного класу.

Що стосується математичних методів зниження невизначеності (з метою підвищення обґрунтованості і достовірності прийнятих рішень), то для прийняття рішень в умовах невідомості, заснованої на імовірнісному характері інформації, що використовується при прийнятті рішення, давно і успішно використовуються методи теорії ймовірностей та математичної статистики. Для нестохастичної невизначеності типу неоднозначності (нечіткості), апробовані і використовуються методи теорії множин, а для нестохастичної невизначеності типу недостовірності, недостатності (неповноти і протиріччя) вихідної інформації, знайшли своє успішне застосування методи теорії штучних нейронних мереж. Найбільш вірогідним і перспективним в подальшому, що поєднує в собі переваги перерахованих методів, що передбачають успіх не тільки обґрунтованості та достовірності, але і оперативності прийнятих рішень, бачиться шлях зниження невизначеності на базі розробки і застосування щодо нових і ефективних математичних методів, заснованих на моделях і алгоритмах теорії нечітких множин.

Відповідно до дослідження видів невизначеностей в інформаційних системах збору, обробки, передачі інформації, яка і є розвідувально-інформаційна діяльність, можливо здійснити математичний опис управління процесом РІД.

Управління РІД, як інформаційною системою є багатокритеріальна задача, розв'язання якої ускладнюється необхідністю врахування групових уподобань осіб, що приймають участь у процесі прийняття рішень. Якість розв'язання задачі підтримки прийняття рішення в процесі управління не може оцінюватись однією функцією і навіть декількома шкалами. Механізм раціонального вибору у таких випадках вимагає додаткової непрямої інформації, що дозволяє, принаймні, порівнювати альтернативи вибору стратегій управління. Формалізована постановка задачі управління системою РІД у математичній формі. Визначимо  $i$ -й функціонал

$$f_i(u_t) = \sum_{t=1}^{T_f} \{T(\mu_{G_i}(x_t), \mu_C(x_t, u_t))\} x_{t+1} = f(x_t, u_t)$$

де:  $T$  - трикутна норма, що є моделлю оператора кон'юнкції для нечітких змінних;  $\mu_{G_i}(x_t)$  - функція належності  $i$ -ї цілі ( $i = 1, \dots, I$ );  $\mu_C(x_t)$  - функція належності обмежень;  $T_f$  - термінальний крок (час змінюється дискретно від 1 до  $T_f$ ).

Постановкою завдання є знаходження такої оптимальної послідовності рішень  $\{u_1, \dots, u_{T_f}\}$ , при якій багатокритеріальні цілі досягають їх

оптимальних значень одночасно протягом ієрархічного процесу прийняття рішення:

$$\max_{u_t \in \Omega_t, t=1, \dots, T_f} \{ [f_1(u_t), \dots, f_I(u_t)] \} x_{t+1} = f(x_t, u_t),$$

$$\mu_{G_i}(u) = 0, \text{ якщо } f_i(u) \leq m_i;$$

$$\mu_{G_i}(u) = \frac{(f_i(u) - m_i)}{(M_i - m_i)}, \text{ якщо } m_i \leq f_i(u) \leq M_i;$$

$$\mu_{G_i}(u) = 1, \text{ якщо } f_i(u) \geq M_i;$$

де:  $f_i(u_t)$  - числове значення, до досягається  $i$ -ю ціллю при формуванні рішення  $u_t \in \Omega$  на кроці  $t$ ;

$\Omega$  - простір векторів рішень, що задовольняють співвідношення динаміки системи та обмеженням:

$$\Omega = \{u_t | x_{t+1} = f(x_t, u_t); g(x_t, u_t) \leq b\},$$

де:  $x_t \in R^N$  - вектор стану динамічної системи;

$u_t \in R^M$  - вектор рішень, відповідно;

$g \in R^K$  - вектор функцій обмежень;

$b \in R^K$  - вектор меж обмежень.

Прийняття рішень можливо, якщо є множина допустимих альтернатив рішень  $u^m \in \Omega$ . Альтернатива рішень  $u^1$  має перевагу перед альтернативою  $u^m$ , якщо  $f_i(u^1) > f_i(u^m)$ ,  $\forall i$ . Альтернатива  $u^1$  строго ефективна (оптимальна по Парето), якщо неможливо знайти таку альтернативу  $u^m (m \neq 1)$ , що  $f_i(u^m) \geq f_i(u^1) \forall i$  та  $f_j(u^m) > f_j(u^1)$  для хоча б одного  $i$ . Задача прийняття рішення  $u^*$  того, що  $f_i(u^*) > f_i(u^m) \forall u^*$  та  $\forall i$ , може бути розв'язана, якщо існує набір можливих «чітких» альтернатив і є модель переваг.

$$\mu_{C_k}(x_t, u_t) = 0, \text{ якщо } g_k(x_t, u_t) > b_k + p_k;$$

$$\mu_{C_k}(x_t, u_t) = \frac{[b_k + p_k - g_k(x_t, u_t)]}{p_k}, \text{ якщо}$$

$$b_k \leq g_k(x_t, u_t) \leq b_k + p_k;$$

$$\mu_{C_k}(x_t, u_t) = 1, \text{ якщо } g_k(x_t, u_t) < b_k;$$

Задача знаходження такої послідовності рішень  $\{u_1, \dots, u_T\}$ , що багатокритеріальні цілі досягають їх оптимальних значень при виконанні нечітких цілей  $G_i$  та нечітких обмежень  $C_k$ , може бути поставлена як задача знаходження максимуму функціонала:

$$\max_{u_t \in \Omega_t, t=1, \dots, T_f} \left\{ \sum_{t=1}^{T_f} T(\mu_{G_i}(x_t), \mu_{C_k}(x_t, u_t)) \right\},$$

при виконанні динамічних співвідношень переходу:  $x_{t+1} = f(x_t, u_t)$ .

Позначимо як  $\mu_{C_k}(x_t, u_t)$  - функцію належності виконання обмежень  $g_k(x_t, u_t)$ ,  $k = 1, \dots, K$ :

де  $b_k$  та  $p_k$  - величини «нечіткості» обмежень.

Обмеження можуть бути агреговані за допомогою трикутної  $T$ -норми:

$$\mu_C(x_t, u_t) = T\{\mu_{C_1}(x_t, u_t), \dots, \mu_{C_K}(x_t, u_t)\},$$

В подальшому будемо використовувати функцію мінімуму в якості  $T$ -норми:

$$\mu_C(x_t, u_t) = \min\{\mu_{C_1}(x_t, u_t), \dots, \mu_{C_K}(x_t, u_t)\}.$$

Визначимо функції належності  $\mu_{G_i}$  виконання  $i$ -ї цілі:

де максимальні вимоги виконання цілі  $M_i [\leq \max_{u \in \Omega} f_i(u)]$ ;

$$\text{мінімальні вимоги } M_i [\geq \min_{u \in \Omega} f_i(u)]$$

Якщо при прийнятті багатокритеріальних рішень зі взаємопов'язаними критеріями є цілі, що перебувають у протиріччі, то не існує оптимального рішення, що задовольняє усі критерії.

Нехай  $f_i, f_j$  - цільові функції. Будемо рахувати, що:

1)  $f_i$ , кооперується з  $f_j$  ( $f_i \uparrow f_j$ ), якщо з  $f_i(u') \geq f_i(u)$  виходить  $f_j(u') \geq f_j(u)$ ;  $\forall u', u \in \Omega$ ;

2)  $f_i$ , конфліктує з  $f_j$  ( $f_i \downarrow f_j$ ), якщо з  $f_i(u') \geq f_i(u)$  виходить  $f_j(u') \leq f_j(u)$ ;  $\forall u', u \in \Omega$ ;

3)  $f_i$ , та  $f_j$  незалежні

Нехай  $f_i$  - цільова функція; введемо ступінь залежності функції  $f_i$  від інших цільових функцій  $f_j (i \neq j)$ :

$$\Delta(f_i) = (w_i - k^{-1}) + (\sum_{f_i \uparrow f_j; i \neq j} w_j) - (\sum_{f_i \downarrow f_j} w_j);$$

$$i = 1, \dots, I.$$

Обчислимо  $\Delta(f_i)$  для  $i = 1, \dots, I$  і змінімо функції належності виконання цілей  $\mu_{G_i}$  в залежності від  $\Delta(f_i)$  наступним чином:

$$\mu_{G_i}(u, \Delta) = \mu_{G_i}(u)^{\exp(\alpha * \Delta)}.$$

Значення критерію  $\max_{u \in \Omega} \{\mu_G(u)\}$  - максимізують сумісно усі цілі;  $\mu_{G_i}(u) \in [0, 1]$ ;  $i = 1, \dots, I$ ;

$\mu_G(u) = \min\{\mu_{G_1}(u), \dots, \mu_{G_I}(u)\}$ ; тому критерій  $\max_{u \in \Omega} \{\mu_G(u)\}$  можна рахувати агрегованим критерієм цілей  $G_1, \dots, G_I$ . Якщо відносна важливість задається набором вагових коефіцієнтів:  $w = (w_1, \dots, w_I)$ ;  $w_i > 0$ ;  $\sum_{i=1}^I w_i = 1$ , то

для агрегування може використовуватись оператор Колмогорова:

$$\mu_{G_i}(u) = \varphi^{-1} \left( \Gamma^{-1} \sum_{i=1}^I \varphi(\mu_{G_i}(u)) \right),$$

$$\max_{u \in \Omega} \left\{ \varphi^{-1} \left( \Gamma^{-1} \sum_{i=1}^I \varphi(\mu_{G_i}(u)) \right) \right\},$$

де  $\varphi(\cdot)$  - гладка монотонна функція і  $\varphi(0)=0$ ;  $\varphi(1)=1$ . Тоді в якості критерію буде виступати значення

При формуванні рішення повинні виконуватись нечіткі цілі  $G$  і нечіткі обмеження  $C$ . Функція належності ступеня агрегованої цілі при формуванні рішення на кроці  $t$  може вимірюватись функцією належності  $\mu_D(x_t, u_t)$ :

$$\mu_D(x_t, u_t) = T\{\mu_G(x_t), \mu_C(x_t, u_t)\},$$

де  $\mu_C(x_t, u_t) = T\{\mu_{C_1}(x_t, u_t), \dots, \mu_{C_K}(x_t, u_t)\}$  - трикутна  $T$ -норма функції належності виконання обмежень на кроці  $t$ ;  $\mu_G(x_t)$  - агрегований критерій нечітких цілей на кроці  $t$ . Для множини рішень обирається такий вектор  $u_t^*$ , що має найбільший ступень виконання  $\mu_D(x_t, u_t)$ :

$$\mu_D^*(x_t, u_t^*) = \max_{u_t \in \Omega_t} \mu_D(x_t, u_t) = \max_{u_t \in \Omega} T\{\mu_G(x_t), \mu_C(x_t, u_t)\},$$

Пряме застосування методу нечіткого динамічного програмування для формування оптимальних рішень ускладнено наступними обставинами:

1) «прокляття розмірності» - необхідність значного об'єму адресного простору запам'ятовуючого пристрою (в залежності від кількості вузлів і розмірності вектору станів, кількості вузлів і розмірності вектору управління та необхідної кількості кроків); для розв'язання даної проблеми необхідно застосовувати ітераційні методи;

2) необхідна траєкторія вектору станів і вектору управління не співпадають з передбаченими вузлами вектору станів і вектору управління; для розв'язання даної проблеми необхідно застосовувати методи апроксимації між вузлами;

3) для виконання початкових умов, що накладаються на вектор стану  $x_1$ , необхідно щоб вектори станів  $x_t$  задовольняли динамічним співвідношенням переходу:

$$x_{t+1} = f(u_t, x_t); t = 1, \dots, T-1,$$

з необхідним початковим вектором стану  $x_1$

Сформулюємо ієрархічний метод рішення багатокритеріальної задачі у вигляді співвідношення:

$$\max_{u_t \in \Omega_t, t=1, \dots, T} \{\rho_D(u_{(1)}) | x_{t+1} = f(x_t, u_t)\},$$

де  $\rho_D(u_{(1)}) = \sum_{t=1}^T \mu_D(x_t, u_t)$ ;  $u_{(1)} = \{u_1, u_2, \dots, u_T\}$ ;

$\mu_D(x_t, u_t)$  - визначається з функції належності виконання цілей  $\mu_{G_i}$ .

Визначимо величину  $\Phi_t(u_t, x_t)$  на кроці  $t$  співвідношенням:

$$\Phi_t(u_t, x_t) = \{\rho_D^{(t)}(u) | x_{t+1} = f(x_t, u_t); \tau \geq t\},$$

та оптимальну величину  $\Phi_t^*(u_t, x_t)$

$$\Phi_t^*(u_t, x_t) = \max_{u_t \in \Omega_t, t=1, \dots, T} \{\rho_D^{(t)}(u) | x_{t+1} = f(x_t, u_t); \tau \geq t\},$$

де  $\rho_D^{(t)}(u_{(t)}) = \sum_{\tau=t}^T \mu_D(x_\tau, u_\tau)$ ;  $u_{(t)} = \{u_t, u_{t+1}, \dots, u_T\}$ .

Тоді принцип звичайного динамічного програмування у випадку нечіткої постановки перетворюється у рекурентне співвідношення:

$$\Phi_t^*(u_t, x_t) = \max_{u_t \in \Omega_t, t=1, \dots, T} \{\rho_D^{(t)}(u_{(t)}) + \Phi_{t+1}^*(u_{t+1}, x_{t+1})\};$$

$$t = T, T-1, \dots, 1.$$

де  $u_t$  - рішення на кроці  $t$ ; оптимальна послідовність векторів рішень

$$u_{(t)}^* = \{u_t^*, u_{t+1}^*, \dots, u_T^*\},$$

при яких виконується умова рекурентного співвідношення, повинна визначатися для всіх вузлів  $x_t$ . Після отримання оптимальної

послідовності рішень  $u_{(t)}^*$  може бути визначена послідовність векторів станів, що задовольняють динамічні співвідношення:

$$x_{t+1} = f[u_t^*(x_t), x_t]; t = 1, \dots, T-1$$

та початковій умові  $x_1$ .

### **Висновки й перспективи подальших досліджень**

Проведена класифікація невизначеностей, що впливають на прийняття рішення при управлінні розвідувально-інформаційною діяльністю, інформаційною системою збору, обробки, передачі інформації. З врахуванням цього розроблено математичну модель процесу управління системою розвідувально-інформаційної діяльності, що являє собою сукупність математичних співвідношень, що відображають ієрархічний процес знаходження оптимальної послідовності рішень. Для практичної реалізації процесу прийняття рішення запропоновано застосовувати принципи нечіткого ітеративного динамічного програмування.

Найбільш вірогідним і перспективним в подальшому, для підвищення обґрунтованості, достовірності і оперативності прийнятих рішень, для зниження невизначеності застосування нових і ефективних математичних методів, заснованих на моделях і алгоритмах теорії нейрон-нечітких мереж.

*Література*

- 1. Method** of integral estimation of channel state in the multiantenna radio communication systems S. Kalantaievska, H. Pievtsov, A. Kuvshynov, S. Hatsenko, A. Shyshatskyi, S. Yarosh, S. Zubrytskyi, R. Zhyvotovskiy, S. Petruk, V. Zulko Eastern-european journal of enterprise technologies. Vol. 5, No 9 (95) pp. 60-76, 2018: Information and controlling system. **2. Development** of methodology for complex processing of geopatronic data in the geoinformation system of special purpose in conditions of diversity and nenophynedy A. Koshlan, O. Salnikova, M. Chekhovska, R. Zhyvotovskiy, Ye. Prokopenko, T. Hurskyi, A. Yefymenko, Ye. Kalashnikov, S. Petruk, A. Shyshatskyi Eastern-european journal of enterprise technologies. Vol. 5, No 9 (95) pp. 35-45, 2019: Information and controlling system.. **3. Method** of Immunity Minimization of the Free Platform ed Inertial Navigation System of Unmanned Aircrafts R. Bieliakov, S. Hatsenko, O. Fesenko, R. Zhyvotovskiy, S. Petruk, 2nd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering Lviv, Ukraine, July 2-6, pp. 803-808, 2019. **4. Застосування** інформаційних систем для аналізу радіоелектронної обстановки Ю. І. Радковець, В. А. Шуренок, Р. В. Дзюбчук, М. А. Роговец, ВВР № 17, 2008 р, С. 47-56. **5. Пермяков О. Ю.** Теоретические основы обработки нечетких данных в аналитических задачах специального математического обеспечения: Дисс. на соис. уч. степени д. т. н. К.: 1995. 198 с. **6. Гаценко С. С.** Зуйко В. В., Зотов С. В. Методика вироблення та надання рекомендацій в умовах невизначеності та суперечливості розвідувальної інформації: Збірник наукових праць ЦНДІ ОБТ ЗСУ. 2016. № 3 (62). С. 12–23. **7. Військовий** стандарт 01.101.004, реєстраційний номер А2187/000033, с. 24. **8. Анфилатов, В. С.** Теоретические Основы автоматизации управления войсками и связью. Часть 1. (Системные основы автоматизации управления войсками и связью: Учебн. пособие / В.С. Анфилатов. СПб.: ВАС. 2014. 312с. **9. Москвин Б. В.** Теория принятия решений: учебник / Б.В. Москвин. СПб.: ВКА им. Л.Ф. Можайского, 2014. 364 с. **10. Военная** системотехника и системный анализ. Модели и методы подготовки и принятия решений в сложных организационно-технических комплексах в условиях неопределенности и многокритериальности / Под ред. Б.В. Соколова. - СПб.: ВИКУ им. А.Ф. Можайского, 1999. - 496 с. **11. Гаценко С. С.** Інформаційна система оцінювання оперативної обстановки в умовах невизначеності: К.: НУОУ, 2017. № 1 (140), С. 157–165.

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

*Сергей Станиславович Гаценко (кандидат технических наук)*

*Александр Николаевич Лиценко*

*Андрей Иванович Сотниченко*

*Ярослав Анатолиевич Жарков*

*Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина*

*Одним из основных технических видов военной разведки Украины, который постоянно осуществляется (ведется) в мирное время, особый период, в интересах национальной безопасности и обороны государства и выполнения задач в операциях (боевых действиях) является радиоэлектронная разведка.*

*Радиоэлектронная разведка добывает разведывательную информацию путем вскрытия функционирования радиоэлектронных средств и систем применяемых для управления войсками (силами) и оружием, а также осуществляет сбор, обработку, анализ и доведение добытой разведывательной информации определенным потребителям в установленные сроки.*

*Для непрерывного и своевременного обеспечения потребителей определенной информацией, информационными (информационно-аналитическими) органами осуществляется комплекс мероприятий разведывательно-информационной деятельности, разведывательно-информационной работы.*

*В условиях динамичности, многогранности процессов обработки, анализа, хранения больших объемов информации ключевым остается задача уменьшения неопределенности информации вызванной факторами эволюционного развития, факторами применения сложных информационных систем в различных условиях сложной радиоэлектронной и оперативной обстановки.*

***Ключевые слова:** радиоэлектронная разведка; разведывательно-информационная деятельность; разведывательно-информационная работа; неопределенность информации.*

**MATHEMATICAL MODEL OF THE RESEARCH AND INFORMATION ACTIVITY PROCESS IN UNCERTAINTY**

*Serhii Hatsenko (Candidate of technical sciences)*

*Oleksandr Lishchenko*

*Andrii Sotnichenko*

*Yaroslav Zharkov*

*One of the main technical types of military intelligence of Ukraine, which is constantly carried out (conducted) in peacetime, a special period, in the interests of national security and defense of the state and the fulfillment of tasks in operations (military operations) is electronic intelligence.*

*Electronic intelligence extracts intelligence information by opening up the operation of electronic equipment and systems used to control troops (forces) and weapons, and also collects, processes, analyzes, and brings the intelligence obtained to specific consumers on time.*

*For the continuous and timely provision of consumers with certain information, information (information and analytical) bodies, a set of measures is undertaken for intelligence and information activities, intelligence and information work.*

*In the conditions of dynamism, versatility of the processes of processing, analysis, storage of large volumes of information, the key task remains to reduce the uncertainty of information caused by factors of evolutionary development, factors of the use of complex information systems in various conditions of a complex electronic and operational environment.*

**Key words:** *electronic intelligence, intelligence and information activity, intelligence and information work, information uncertainty.*

### **References**

- 1. Method** of integral estimation of channel state in the multiantenna radio communication systems S. Kalantaievska, H. Pievtsov, A. Kuvshynov, S. Hatsenko, A. Shyshatskyi, S. Yarosh, S. Zubrytskyi, R. Zhyvotovskiy, S. Petruk, V. Zulko Eastern-european journal of enterprise technologies. Vol. 5, No 9 (95) pp. 60-76, 2018: Information and controlling system. **2. Development** of methodology for complex processing of geopatronic data in the geoinformation system of special purpose in conditions of diversity and nenophynedy A. Koshlan, O. Salnikova, M. Chekhovska, R. Zhyvotovskiy, Ye. Prokopenko, T. Hurskiy, A. Yefymenko, Ye. Kalashnikov, S. Petruk, A. Shyshatskyi Eastern-european journal of enterprise technologies. Vol. 5, No 9 (95) pp. 35-45, 2019: Information and controlling system.. **3. Method** of Immunity Minimization of the Free Platform ed Inertial Navigation System of Unmanned Aircrafts R. Bieliakov, S. Hatsenko, O. Fesenko, R. Zhyvotovskiy, S. Petruk, 2nd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering Lviv, Ukraine, July 2-6, rr. 803-808, 2019. **4. Zastosuvannya** InformatsIynih sistem dlya anallzu radIoelektronnoYi obstanovki Yu. I. Radkovets, V. A. Shurenok, R. V. Dzyubchuk, M. A. Rogovets, VVR # 17, 2008 r, S. 47-56. **5. Permyakov** O. Yu. Teoreticheskie osnovyi obrabotki nechetkih dannyih v analiticheskikh zadachah spetsialnogo matematicheskogo obespecheniya: Diss. na sois. uch. stepeni d. t. n. K.: 1995. 198 s. **6. Gatsenko S. S.** Zuyko V. V., Zotov S. V. Metodika viroblennya ta nadannya rekomendatsIy v umovah neviznachenostiI ta superechlivostiI rozvIduvalnoYi InformatsIYi: Zblrnik naukovih prats TsNDI OVT ZSU. 2016. # 3 (62). S. 12–23. **7. VIyskoviy** standart 01.101.004, reEstratsIyniy nomer A2187/000033, s. 24. **8. Anfilatov, V. S.** Teoroticheskie Osnovyi avtomatizatsii upravleniya voyskami i svyazyu. Chast 1. (.Sistemnyie osnovyi avtomatizatsii upravleniya voyskami i svyazyu: Uchebn. posobie / V.S. Anfilatov. SPB.: VAS. 2014. 312s. **9. Moskvina B. V.** Teoriya prinyatiya resheniy: uchebnik / B.B. Moskvina. SPB.: VKA im. L.F. Mozhayskogo, 2014. 364 s. **10. Voennaya** sistemotekhnika i sistemnyiy analiz. Modeli i metodyi podgotovki i prinyatiya resheniy v slozhnyih organizatsionno-tehnicheskikh kompleksah v usloviyah neopredelennosti i mnogokriterialnosti / Pod red. B.V. Sokolova. - SPb.: VIKU im. A.F. Mozhayskogo, 1999. - 496 s. **11. Gatsenko S. S.** InformatsIyna sistema otsInyuvannya operativnoYi obstanovki v umovah neviznachenostiI: K.: NUOU, 2017. # 1 (140), S. 157–165.