

С. С. Гаценко, А. В. Муравйов, Р. М. Мамайсур, С. В. Мостовий, Д. В. Пятак

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІДСИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ СИСТЕМИ РОЗВІДКИ

Система розвідки є багаторівневою системою спостереження, одним із першочергових завдань якої є розпізнавання визначених об'єктів. Наприклад, у системі радіоелектронної розвідки тип радіо- і радіолокаційних засобів є ознакою визначення оперативного-тактичної належності радіомережі або радіотехнічної системи, водночас встановлення типу радіо- і радіотехнічної станції є одним із завдань розпізнавання спостережуваних об'єктів.

Процес розпізнавання – це різновид класифікації. Його принципом є поділ інформації на апостеріорну й апіорну. Апостеріорні дані про об'єкт розвідки зіставляють з апіорною інформацією із застосуванням відповідних алгоритмів.

Розпізнавання використовують для встановлення оперативного-тактичної належності окремих радіоелектронних засобів, мереж, вузлів зв'язку, пунктів управління військами, а також для врахування впливу протидії противником. Деякі процеси можуть бути одночасно і завданнями обробки, наприклад, систематизація відомостей, даних, ознак тощо.

На сьогодні в низці робіт зроблено спроби щодо розширення ознакового простору й удосконалення науково-методичного апарату розпізнавання. Ці дослідження спрямовані на підвищення системних показників, зокрема ймовірності правильного розпізнавання. Для того, щоб визначити, наскільки змінилася дана величина залежно від різних факторів, застосовують методи математичного моделювання функціонування системи, а також лабораторні й натурні експерименти. Використання останніх пов'язане з певними труднощами, особливо коли мова йде про складну динамічну систему розвідки щодо діяльності іноземних держав у просторі, засоби вимірювання якої мають широку географію розташування й відрізняються різними особливостями функціонування. Для оцінювання основних показників системи розвідки й забезпечення можливості оптимального вибору засобів вимірювання параметрів спостережуваних об'єктів у статті розроблено модель функціонування її підсистеми розпізнавання.

Застосування запропонованої математичної моделі дозволить вирішувати завдання, пов'язані з побудовою систем розпізнавання й визначенням необхідної кількості ознак.

Ключові слова: система; модель; розпізнавання; ознаки; об'єкт розвідки; ентропія.

Постановка проблеми в загальному вигляді. Одним із завдань системи розвідки щодо об'єктів спостереження є розпізнавання [1]. На даний момент у низці робіт живають спроби щодо розширення ознакового простору й удосконалення науково-методичного апарату розпізнавання [2–5]. Ці роботи спрямовані на поліпшення системних показників, зокрема ймовірності правильного розпізнавання. Для того, щоб визначити, наскільки змінилася дана величина залежно від різних факторів, застосовують методи математичного моделювання функціонування системи, а також лабораторні й натурні експерименти.

© С. С. Гаценко, А. В. Муравйов, Р. М. Мамайсур, С. В. Мостовий, Д. В. Пятак, 2021

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розпізнавання – основа інформаційної технології, що перетворює потоки вхідної розвідувальної інформації (показники, параметри, ознаки образів, об'єктів) у вихідну, подану висновком про те, до якого класу належить розпізнаваний образ [1, 3]. Сутність інформаційного процесу в системі радіомоніторингу полягає у викритті (розпізнаванні) спостережуваних об'єктів за працюючими джерелами розвідувальних відомостей противника та наданні вищим органам управління висновків про його угруповання в смузі радіорозвідки, наміри, задуми і можливості. Розпізнавані об'єкти визначають за відповідними ознаками [2–5].

З [2, 4, 5] відомо, що зі збільшенням кількості ознак, які характеризують об'єкт розвідки, збільшується час, необхідний для його ідентифікації, та зростають інші затрати, передусім апаратні, унаслідок чого знижується оперативність процесу розпізнавання. Чинні методики не дозволяють одночасно використовувати кількісні та якісні розвідувальні ознаки в ході визначення важливості джерел розвідувальних відомостей в інтересах викриття стану об'єктів розвідки, що ускладнює автоматизацію процесу вибору цих джерел для ведення розвідки.

Формулювання завдання дослідження. Модель функціонування системи розпізнавання об'єктів розвідки можна подати в такому вигляді:

$$P_{\text{доc}} \geq P_{\text{нотр}} \text{ при } P_{\text{доc}} = \max P(N, M, C_n^m, P^{\text{ном}}),$$

де N – кількість ознак розпізнавання, $n = 1, 2, \dots, N$;

M – кількість класів розпізнавання, $m = 1, 2, \dots, M$;

C_n^m – вектор вагових коефіцієнтів;

$P^{\text{ном}}$ – імовірність помилок розпізнавання;

$P_{\text{нотр}}$ – імовірність правильного розпізнавання.

Метою статті є підвищення ефективності застосування інформаційних ресурсів розвідувальних засобів щодо викриття об'єктів розвідки для заданих умов та їх раціональний розподіл шляхом розроблення математичної моделі підсистеми розпізнавання системи розвідки.

Виклад основного матеріалу. Для оцінювання ефективності підсистеми розпізнавання системи розвідки скористаємося методом статистичних випробувань [6] із застосуванням математичного моделювання. Структурну схему математичної моделі функціонування підсистеми розпізнавання наведено на рис. 1, де використано такі позначення: БВООР – блок визначення обсягу ознак розпізнавання; БФРО – блок формування об'єктів розвідки для розпізнавання; БВКОР – блок визначення кількості об'єктів розвідки для розпізнавання; БВККР – блок визначення кількості класів розпізнавання; БПР – блок помилок розпізнавання; БР – блок розпізнавання; БВІ – блок визначення інформативності; БП – блок розрахунку; БОЕ – блок оцінювання ефективності; ДВЧ – датчик випадкових чисел, у якому генеруються випадкові числа відповідно до біноміального закону розподілу й імовірності правильного розпізнавання на підставі відповідної ознаки.

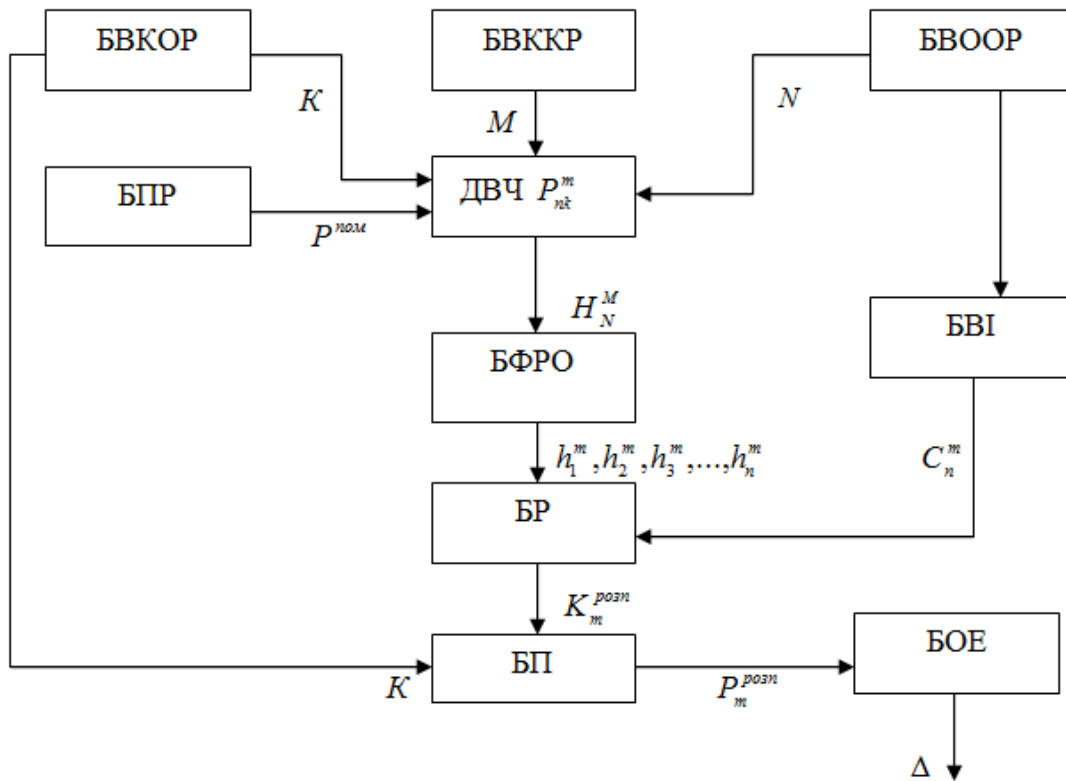


Рис. 1. Структурна схема математичної моделі функціонування системи розпізнавання

Після того, як задані вихідні дані для проведення кожного розпізнавання за допомогою ДВЧ, формується модель об'єкта розвідки (кількість даних об'єктів визначається величиною K), належність до певного класу заздалегідь відома. Імовірності правильного розпізнавання відповідного класу P_n^m ($m = 1, 2, \dots, M$) на підставі певної ознаки ($n = 1, 2, \dots, N$) зберігаються в блоці БФРО або задаються оператором. Формування об'єкта розвідки для розпізнавання проводиться завданням сукупності рішень на розпізнавання на підставі відповідної ознаки, які мають такий вигляд: $h_1^m, h_2^m, h_3^m, \dots, h_n^m$, де h_n^m приймає значення 1, якщо об'єкт розпізнаний на підставі даної ознаки, і 0, якщо ні. Кожен об'єкт розпізнавання класу Ω_m є багатомірною випадковою величиною із заданим законом розподілу. Отже, для до k -ї кількості ситуацій розпізнавання за n -ю кількістю ознак m -го класу розпізнавання отримана така матриця розмірністю $K \times N$:

$$H'_{nk} = \begin{pmatrix} h'_{11} & h'_{12} & \dots & h'_{1N} \\ h'_{21} & h'_{22} & \dots & h'_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ h'_{K1} & h'_{K2} & \dots & h'_{KN} \end{pmatrix}, \quad n = 1, 2, \dots, N, \quad k = 1, 2, \dots, K, \quad (1)$$

де K – кількість об'єктів розвідки, що розпізнаються, $k = 1, 2, \dots, K$.

Числові значення $h_1^m, h_2^m, h_3^m, \dots, h_n^m$ зазнають випадково викривлення (залежно від величини ймовірності помилки розпізнавання $P^{ном}$). Це імітує різні помилки в процесі

розпізнавання на підставі ознак, отриманих із використанням засобів розвідки, що мають різні вимірювальні характеристики точності. Для цього сформуємо таку матрицю помилок:

$$P_{nk}^{nom} = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1N} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{K1} & p_{K2} & \dots & p_{KN} \end{pmatrix}, n = 1, 2, \dots, N, k = 1, 2, \dots, K. \quad (2)$$

Елементи даної матриці p_{kn} приймають значення 1 у разі, якщо мала місце помилка розпізнавання, або 0, якщо ні. Далі проводиться віднімання з елементів матриці H'_{nk} елементів матриці P_{nk}^{nom} :

$$H_{nk} = H'_{nk} - P_{nk}^{nom} = \begin{pmatrix} h'_{11} & h'_{12} & \dots & h'_{1N} \\ h'_{21} & h'_{22} & \dots & h'_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ h'_{K1} & h'_{K2} & \dots & h'_{KN} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1N} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{K1} & p_{K2} & \dots & p_{KN} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1N} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ h_{K1} & h_{K2} & \dots & h_{KN} \end{pmatrix}. \quad (3)$$

Елементи результуючої матриці H'_{nk} , взяті за модулем, будуть імітувати k -ту кількість ситуацій розпізнавання m -го класу за n -ю кількістю ознак за умови наявності помилок розпізнавання.

Невідомі об'єкти розпізнавання надходять на вхід БР, у якому приймається рішення про розпізнавання об'єкта на підставі сукупності розвідувальних ознак. Правило прийняття рішення в БР щодо істинності тієї або іншої гіпотези формулюється в такий спосіб:

якщо значення $G_{розн}^m$ задовольняє умову $G_{розн}^m > g_{онм}$, тоді справедлива гіпотеза Γ_0 , тобто об'єкт належить даному класу;

якщо значення $G_{розн}^m$ відповідає умові $G_{розн}^m \leq g_{онм}$, тоді слушна гіпотеза Γ_1 , тобто об'єкт не належить даному класу.

Величину $G_{розн}^m$ визначають за такою формулою:

$$G_{розн}^m = h_{k1}^m c_1^m + h_{k2}^m c_2^m + h_{k3}^m c_3^m + \dots + h_{kN}^m c_N^m, k = 1, 2, \dots, K, m = 1, 2, \dots, M. \quad (4)$$

У свою чергу, значення критерію визначається так: $g_{онм} = n_{онм} \cdot C = n_{онм} \cdot \frac{1}{N}$, де C – значення вагових коефіцієнтів без визначення інформативності. А якщо ні, то вагові коефіцієнти c_n^m пропонуємо призначати, виходячи з роздільних здатностей ознак розпізнавання.

У роботі [8] під ознаками, що володіють якісними роздільними здатностями, тобто інформативними, слід розуміти ті, які зменшують невизначеність заданої ситуації розпізнавання. А мірою статистичної невизначеності є ентропія \mathcal{E} [9].

Щодо даної ситуації з урахуванням вказаних вище робіт ентропію пропонуємо розраховувати в такий спосіб:

$$\mathcal{E}_n^m = -P_n^m \lg P_n^m, \quad n = 1, 2, \dots, N, \quad m = 1, 2, \dots, M, \quad (5)$$

де P_n^m – імовірності правильного розпізнавання типу об’єкта розвідки на підставі одиничної ознаки.

Результатом проведених за формулою (5) розрахунків є $N \times M$ значень ентропії.

Згідно з [9] будемо вважати більш інформативною ознакою, коли відповідне значення ентропії \mathcal{E}_n^m має мінімальне значення.

Вагові коефіцієнти пропонуємо призначити щодо мінімального значення ентропії $c_n^m = \frac{\min \mathcal{E}_n^m}{\mathcal{E}_n^m}$ з наступним нормуванням (у масштабах певного класу розпізнавання).

Отже, нормовані вагові коефіцієнти розраховуємо за такою формулою:

$$c_n^m = \frac{c_n^m \cdot 100}{\sum_{w=1}^M c_n^w}, \quad n = 1, 2, \dots, N, \quad m = 1, 2, \dots, M. \quad (6)$$

У свою чергу, для кожного значення N , виходячи з аналізу робіт [5, 7, 9], можна розрахувати оптимальне значення n_{opt} :

$$n_{opt} = a\sqrt{N}, \quad (7)$$

де a – величина, що встановлює граничне значення (визначаємо емпірично або експертно, у зазначених роботах воно приймається рівним $a = 1.5$).

Для розпізнавання об’єктів m -го класу оцінкою ймовірності правильного результату є відношення кількості правильних відповідей $K_{розп}^m$ до загальної кількості K , тобто

$$p_m \approx \frac{K_{розп}^m}{K^m}.$$

Після проведення розрахунків, наведених вище, отримуємо M імовірностей правильного розпізнавання відповідних класів. Для визначення ймовірності розпізнавання системи скористаємося формулою повної ймовірності [7]. Під подією A в цьому разі розуміємо факт розпізнавання об’єкта розвідки одного з M класів: $\Omega_1, \Omega_2, \dots, \Omega_M$, що утворюють повну групу незіставних подій. У такому разі ймовірність розпізнавання (події A) обчислюють як суму добутків імовірності розпізнавання p_m на ймовірність події за цією гіпотезою $P(A|\Omega_m)$:

$$P(A) = \sum_{m=1}^M p_m \cdot P(A|\Omega_m), \quad m = 1, 2, \dots, M. \quad (8)$$

Апріорні ймовірності $P(A|\Omega_m)$ можуть бути розраховані як відношення кількості об'єктів розпізнавання l_m класу до загальної кількості об'єктів розвідки L , які перебувають у спостережуваній зоні (смузі) засобів розвідки.

Запропонована математична модель дозволяє знайти залежність $P(A)$ від кількості ознак та класів розпізнавання, застосування вагових коефіцієнтів, розрахованих на основі ентропійного підходу [9], і впливу різних помилок на процес виміру й розпізнавання, тобто $P(A) = P(N, M, C_n^m, P^{ном})$.

У БОЕ зберігаються значення ймовірності правильного розпізнавання з позначенням умов, за яких вони були розраховані. Знак (\pm) і величина різниці між вимірюваним значенням, що зберігаються в пам'яті, $\Delta = P'(N', M', C_n^m, P^{ном}) - P(N, M, C_n^l, P^{ном})$ відображають ефективність системи розпізнавання ($m \neq l, l = 1, 2, \dots, M, v \neq n, v = 1, 2, \dots, N$). Отримані в цій рівності відомості є вихідними даними для завдань визначення складу технічних засобів розвідки, необхідного для формування ознакового простору (тобто кількості ознак N), що забезпечує розв'язання задачі розпізнавання із заданими показниками якості.

Для одержання конкретної ознаки необхідно вжити заходи, які також мають свої вимоги за часом і вартістю. Великий обсяг зазначених ресурсів, витрачених на одержання конкретної ознаки, зовсім не гарантує того, що вона, у свою чергу, буде мати високу інформативність. У даній ситуації логічним є оцінювання раціональності одержання цієї ознаки, яке можливо провести на підставі розглянутої моделі, поставивши у відповідність кожній ознаці, що бере участь у розпізнаванні, певний коефіцієнт, який відображає витрати на її одержання. У цьому разі процес розпізнавання можна оптимізувати з погляду обчислювальних витрат [5, 7].

У табл. 1 наведено результати розрахунків ентропії та вагових коефіцієнтів, знайдених для відповідних статистичних імовірностей правильного розпізнавання типу об'єкта розвідки ($N = 10, K = 500, M = 1$).

Таблиця 1

Зведена таблиця результатів розрахунків вагових коефіцієнтів

| Назва | Значення | | | | | | | | | |
|---|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| P_n^1 | 0,913 | 0,8 | 0,75 | 0,7 | 0,6 | 0,65 | 0,62 | 0,4 | 0,5 | 0,45 |
| E_n^1 | 0,083 | 0,178 | 0,215 | 0,249 | 0,306 | 0,280 | 0,296 | 0,366 | 0,346 | 0,359 |
| c_n^1 | 0,268 | 0,124 | 0,103 | 0,089 | 0,072 | 0,079 | 0,075 | 0,06 | 0,064 | 0,062 |
| Кількість правильних розпізнавань без урахування інформативності (С) | | | | | | | | | | 222 (44,4%) |
| Кількість правильних розпізнавань з урахуванням інформативності (c_n^1) | | | | | | | | | | 290 (58%) |

Аналіз результатів показав, що застосування вагових коефіцієнтів, розрахованих на підставі ентропійного підходу, дозволило збільшити ймовірність правильного розпізнавання (у даній ситуації) на $\Delta = P'(10, 1, c_n^1, 0) - P(10, 1, c, 0) = 13,6\%$.

На рис. 2. показана діаграма зміни співвідношень імовірностей розпізнавання залежно від кількості ознак розпізнавання, що використовуються, і застосування вагових коефіцієнтів, розрахованих на підставі ентропійного підходу.

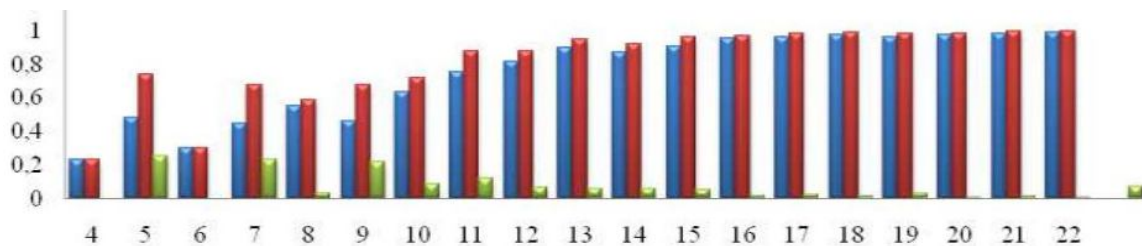


Рис. 2. Діаграма зміни відношень імовірностей розпізнавання

Аналіз наведених даних показує, що застосування вагових коефіцієнтів і розширення ознакового простору зумовлює збільшення ймовірності правильного розпізнавання. Середнє значення Δ становить близько 6%. Розрахунки проводилися для таких вихідних даних: $n = 4 \dots 22$, $K = 1000$, $M = 1$.

Висновки. Розроблено математичну модель функціонування підсистеми розпізнавання системи розвідки, яка дозволяє:

- розрахувати ймовірності розпізнавання даної підсистеми;
- визначити ефективність підсистеми розпізнавання;
- встановити раціональний набір ознак, що забезпечують необхідне значення ймовірностей за мінімальних значень наявних ресурсів;
- з'ясувати ступінь впливу на процес розпізнавання вагових коефіцієнтів, розрахованих на підставі ентропійного підходу;
- дослідити ступінь впливу помилок на ймовірність розпізнавання об'єктів розвідки.

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ

1. Аксенов Г. Н., Рубцов В. С., Радковец Ю. И. Оперативно-информационная подготовка: Информационное моделирование системы радио- и радиотехнической разведки фронта : учеб. пособ. Киев : КВИРТУ ПВО, 1987. 72 с.
2. Гаценко С. С. Методика раціонального розподілу розвідувальної інформації за важливістю та кількістю розвідувальних ознак в умовах невизначеності // Зб. наук. праць НДІ ГУР Міністерства оборони України. 2017. № 43. С. 111–120.
3. Шуренок В. А. Методика оцінки космічної обстановки на базі нечіткої логіки // Зб. наук. праць Військ. ін-ту Київськ. нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка. Київ : ВІКНУ, 2003. Спецвип. С. 191–203.
4. Гребенюк О. П., Роговець М. А., Шуренок В. А. Застосування системно-когнітивного аналізу для автоматизації управління системою радіомоніторингу // Вісник ЖДТУ. Технічні науки. 2010. № 1 (52). С. 72–80.
5. Method of integral estimation of channel state in the multiantenna radio communication systems / S. Kalantaievska, H. Pievtsov, A. Kuvshynov et al. // Eastern-european journal of enterprise technologies. Information and controlling system. 2018. Vol. 5, No 9 (95). P. 60–76.
6. Method of Immunity Minimization of the Free Platform ed Inertial Navigation System of Unmanned Aircrafts / R. Bieliakov, S. Hatsenko, O. Fesenko et al. // 2nd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering. Lviv, Ukraine, July 2–6, 2019. P. 803–808.
7. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. 7-е изд. Москва : Высшая школа, 2001. 575 с.

8. Ту Джулиус, Гонсалес Р. Принципы распознавания образов / Пер. с англ. И. Б. Гуревича; под общ. ред. Ю. И. Журавлева. Москва : Мир, 1978. 411 с.
9. Журавлёв Ю. Л. Распознавание, классификация, прогноз. Математические методы и их применение. Москва : Наука, 1992. 320 с.

Стаття надійшла до редакції 24.11.2021.

REFERENCES

1. Aksenov, G. N., Rubtsov, V. S., & Radkovets, Iu. I. (1987). *Operativno-informatsionnaia podgotovka: Informatsionnoe modelirovanie sistemy radio- i radiotekhnicheskoi razvedki fronta : ucheb. posob. [Operational and information training: Information modeling of the system of radio and electronic intelligence of the front]*. Kyiv [in Russian].
2. Hatsenko, S. S. (2017). Metodyka ratsionalnogo rozpodilu rozviduvalnoi informatsii za vazhlyvisti ta kilkistiu rozviduvalnykh oznak v umovakh nevyznachenosti [Methods of rational distribution of intelligence information on the importance and number of intelligence features in conditions of uncertainty]. *Zb. nauk. prats NDI HUR Ministerstva oborony Ukrainy [Collection of scientific works of the Research Institute of the Defense Intelligence Ministry of Defense of Ukraine]*, 43, 111–120 [in Ukrainian].
3. Shurenok, V. A. (2003). Metodyka otsinky kosmichnoi obstanovky na bazi nechitkoi lohiky [Methods of estimating the space situation on the basis of fuzzy logic]. *Zb. nauk. prats Viisk. in-tu Kyivsk. nats. un-tu im. Tarasa Shevchenka [Collection of scientific works of Military Institute of Taras Shevchenko National University of Kyiv]*, Special issue, 191–203. Kyiv [in Ukrainian].
4. Hrebenuk, O. P., Rohovets, M. A., & Shurenok, V. A. (2010). Zastosuvannia systemno-kohnityvnoho analizu dlia avtomatyzatsii upravlinnia systemoiu radiomonitorynhu [Application of system-cognitive analysis for automation of radio monitoring system management]. *Visnyk ZhDTU. Tekhnichni nauky [Collection of ZhSTU. Technical sciences]*, 1 (52), 72–80 [in Ukrainian].
5. Kalantaievska, S., Pievtsov, H., Kuvshynov, A., Hatsenko, S., Shyshatskyi, A., & Yarosh, S. et al. (2018). Method of integral estimation of channel state in the multiantenna radio communication systems. *Eastern-european journal of enterprise technologies. Information and controlling system, Vol. 5, № 9 (95)*, 60–76.
6. Bieliakov, R., Hatsenko, S., Fesenko, O., Zhyvotovskiy, R., & Petruk, S. (2019). Method of Immunity Minimization of the Free Platform ed Inertial Navigation System of Unmanned Aircrafts. In *2nd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering*. Lviv, July 2–6, 2019. (pp. 803–808).
7. Venttsel', E. S. (2001). *Teoriia veroiatnostei [Probability theory]*. 7th ed. Moscow [in Russian].
8. Tu Dzhulius, & Gonsales, R. (1978). *Printsipy raspoznavaniia obrazov [Principles of Pattern Recognition]*. (I. B. Gurevich, Trans), Iu. I. Zhuravlev (Eds). Moscow [in Russian].
9. Zhuravlev, Iu. L. (1992). *Raspoznavanie, klassifikatsiia, prognoz. Matematicheskie metody i ikh primeneniye [Recognition, classification, forecast. Mathematical methods and their application]*. Moscow [in Russian].

S. S. Hatsenko, A. V. Muraviyov, R. M. Mamaisur, S. V. Mostovii, D. V. Piatak

MATHEMATICAL MODEL OF FUNCTIONING INTELLIGENCE SYSTEM RECOGNITION SUBSYSTEMS

The intelligence system is a multilevel recognition system. One of the top priorities of the intelligence system for intelligence objects is the task of recognizing them. For example, in an electronic reconnaissance system, the type of radio and radar station is a sign of determining the operational and tactical affiliation of a radio network or radio system, while determining the type of radio and radio station is one of the tasks of recognition.

The recognition process is defined as one of the types of classification. The principle of recognition as a process of information processing is the division of information into a posteriori and a priori. Recognition is the process of comparing the obtained intelligence data on a certain intelligence object (a posteriori information) with the data, which consists in the description of all intelligence objects (a priori information) with the help of intelligence features, to determine the affiliation of the intelligence object. A posteriori data on the object of reconnaissance is compared with a priori information using recognition algorithms.

Recognition is used to establish the operational and tactical affiliation of individual electronic means, networks, communication nodes, command posts, as well as to take into account the impact of enemy resistance. Some processes can be both processing tasks, such as systematization of information, data, features.

At the moment, in a number of works, attempts are being made to expand the feature space and improve the scientific and methodological apparatus of recognition. These works are aimed at improving system performance, in particular - the probability of correct recognition. In order to determine how much this value has changed, depending on various factors, methods of mathematical modeling of the system, as well as laboratory and field experiments are used. The use of the latter is associated with certain difficulties, especially when it comes to a complex dynamic system of intelligence on the activities of foreign states in space, the means of measurement of which have a wide geography of location and differ in various features of operation. To assess the main indicators of the recognition system and ensure the possibility of optimal choice of means of measuring the parameters of the reconnaissance objects, it is proposed to develop a model of system operation.

A mathematical model of the functioning of the recognition system is proposed. Application of the considered model will allow to solve the problems connected with construction of systems of recognition and definition of necessary quantity of signs.

Keywords: *system; model; recognition; features; object of exploration; entropy.*