

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF THE MATHEMATICAL MODEL OF IDENTIFICATION OF UAP TAKING INTO ACCOUNT THE UNCERTAINTY ASSOCIATED WITH THE LACK AND WITH THE SURPLUS OF INFORMATION

Bilyk A.S.¹

¹PhD ass.prof, CEng (Head of SRCAA "Zond") <mailto:srcaa@zond.kiev.ua>

РОЗРОБКА І ПРИКЛАДНЕ ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОТотоЖНЕННЯ ААЯ З УРАХУВАННЯМ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ, ПОВ'ЯЗАНОЇ ІЗ ВІДСУТНІСТЮ ТА ІЗ НАДЛИШКОМ ІНФОРМАЦІЇ

Білик А.С.¹

¹к.т.н., доц., Голова УНДЦА «Зонд» м. Київ, НТУУ «КПІ»

Abstract: The article considers a holistic method of identification of unidentified aerospace phenomena (UAP), developed by SRCAA "Zond". Proposed concept of "anomaly factors" (AF) – as characteristics of the phenomenon that go beyond the aggregate knowledge base – allowed to characterize the identity and non-identity of phenomena that take values from 0 to 1 on the basis of mathematical fuzzy sets theory. "Non-identification" acts as an objective criterion for assessing phenomena and finding their similarity to phenomena of known origin. The uncertainty associated with the possible lack of information about the phenomenon is also taken into account, as well as the problem of uncertainty associated with the surplus of information. The surplus of information is considered due to additional parameters contained in a priori data, but not taken into account in the model of identification due to the complexity of formalization. The shift of the pertinence value of hypothesis in the presence of uncertainty is shown. Additionally, to estimate the amount of data in the structured message about UAP – shows a direct and relative measure of the amount of information about the phenomenon. The methodology is harmonized with the leading foreign experience of GEIPAN (France), also the coefficients of reliability of information sources are proposed. The final updated model uses 9 quantitative main object characteristics, which are compared: height, diameter and angular size, angular and linear velocity, minimum radius and angular rotation speed, maximum freezing time, and the maximum brightness of the phenomenon. Based on the methodology, a system has been created that allows automated assessment of phenomena. The use of the system has shown high efficiency and reliability in the analysis of primary messages from eyewitnesses, which is important with limited resources and a large number of messages. On the example of studying the case of UAP in Kryvyi Rih (Ukraine) – it is shown how a measure of the amount of information and non-identity allow to classify the phenomenon.

1. Вступ. Задачі ототожнення – можуть бути визначені як підклас задач вибору із максимізацією відповідності або мінімізації розбіжностей із заданим об'єктом. Такі задачі є поширеними у поведінці живої Природи і у повсякденній діяльності людства зокрема, і зазвичай представлені мінімаксними задачами досягання цільових параметрів. Ототожнення із явищами відомої природи та виявлення аномальних об'єктів – складає суть і задачу дослідження аерокосмічних феноменів.

Першими спробами формалізації первинних масивів повідомлень були відображення якісних параметрів на класифікаційні шкали та наділення різноважливим повідомленням коефіцієнтів ваги [22]. Пізніше на основі класифікаційних ознак були розроблені методики акумуляції [21] та кодування [15] апіорної інформації повідомлень. Аналіз з метою

ототоження при цьому виконувався аналітично групою експертів [13]. У праці [24] вперше була здійснена спроба розробити методику математичного аналізу і ототоження якісних характеристик об'єктів, що можуть бути отримані з вербального контенту первинних повідомлень очевидців. Обробка повідомлень при цьому здійснювалася за кожною фазою спостереженого явища алгоритмами таксономії, що відносяться до теорії розпізнавання образів, а якісні характеристики відображалися на числові порядкові шкали, якщо це можливо.

2. Математична модель ототоження ААЯ на основі теорії нечітких множин. У 2004 році в Українському науково-дослідному Центрі вивчення аномалій «Зонд» була вперше розроблена і наразі неперервно вдосконалюється цілісна математична модель ототоження аномальних аерокосмічних феноменів [2, 3, 4].

Розроблена модель базується на теорії нечітких множин і в основному зводиться до наступного. Нехай ми маємо множину апріорних даних $\tilde{A}_K\{\tilde{a}_i\}$, що описують параметри проявів певного **невідомого явища або об'єкта**, K – порядковий номер неототоженого явища, що розглядається; $\{\tilde{a}_i\}$ – групи даних. Число параметрів проявів у кожній з груп розподілу довільне (може бути неоднаковим) і скінчене. Множина $\tilde{A}_K\{\tilde{a}_i\}$ отримана на основі «**матриці повідомлення**», в якій містяться формалізовані прямі і опосередковані дані первинного повідомлення про явище. На основі прямих даних із матриці повідомлення проводиться ототоження. Опосередковані дані не використовуються безпосередньо для ототоження, але вони використовуються для обчислення потрібних. При розгляді чисельних даних компонентами груп $\{\tilde{a}_i\}$ є окремі значення, якщо дані представлені детерміновано або чітко визначені дослідником за достатньо достовірними джерелами. Компоненти $\{\tilde{a}_i\}$ можуть бути представлені також інтервально, що може бути пов'язано, зокрема, із неточностями вимірів. З метою урахування похибок вимірювань та інших факторів – складаються інваріанти множини $A_K\{a_{ij}\}$, що містять різні (зазвичай мінімальні і максимальні) за параметрами, реалістичні плани явища, яких воно могло в реальності набувати в межах інтервалів достовірності.

Множина даних $G_N\{a_{ij}\}$, що описує **відоме явище або об'єкт** із параметрами, визначеними на основі багаторазових прямих спостережень, вимірювань, експериментів та інших достовірних даних - є гіпотезою-множиною при розпізнаванні або ототоженні явища-множини $A_K\{a_{ij}\}$. **Ототоження** здійснюється шляхом порівняння інваріантів $A_K\{a_{ij}\}$ відносно основного масиву порівняння, який утворений множинами виду $G = \bigcup_{N=1}^L G_N\{a_{ij}\}$. де L – кількість гіпотез. Тоді застосовність кожної гіпотези характеризує

функція належності множини $A_K\{a_{ij}\}$ множині $G_N\{a_{ij}\}$:

$$\mu_{G_N}(A_K) = P_N = \frac{S'_N}{\max(A'_K; G'_N)} ; \quad P_N \in \begin{cases} (0,1], A_K \cap G_N = \bar{\emptyset}, \\ 0, A_K \cap G_N = \emptyset. \end{cases} \quad (1)$$

S'_N - **число параметрів проявів, що співпали** у множинах явища та гіпотези, визначене з відповідної множини $S'_N\{a'_{ij}\} = G_N\{a_{ij}\} \cap A_K\{a_{ij}\}$. По кожному параметру збіг або не збіг параметрів визначається бінарними змінними (тобто які приймають значення 0 і 1). A'_K та

G'_N – числа параметрів проявів у множинах явища та гіпотези, визначені з відповідних множин $A'_K\{a'_{ij}\}$ та $G'_N\{a'_{ij}\}$, що також визначають бінарними змінними існування або не існування у множинах $A_K\{a_{ij}\}$ та $G_N\{a_{ij}\}$ відповідних параметрів. Відтоді **максимальне значення застосовності** дає кількісний параметр «*ототожненості*» явища, а гіпотеза, що містить таке значення – визначається за вирішувальним правилом вибору:

$$r : G^* = \arg \max P_N(G_1; G_2 \dots G_n) \quad (2)$$

Як показано вище, ототожненість (1) явища набуває значення від **0** (цілком не ототожене явище) до **1** (цілком ототожене) і суть являє собою функцію належності усіх проявів спостереженого явища масиву проявів відомих явищ антропогенного і природного походження. **Неототожненість** аерокосмічного феномена в такому випадку:

$$U_K = 1 - P_{N_{\max}} \quad (3)$$

3. Урахування невизначеності, яка пов'язана із відсутністю інформації. У 2005 році методика була доповнена можливістю **урахування невизначеності, пов'язаної із відсутністю інформації у апіорних даних** [5], а у 2007...2010 – урахуванням впливу на акумуляцію апіорних даних психофізіологічних факторів очевидців [6, 7]. Детальні викладки не наводяться в даній статті і можуть бути знайдені у вказаних роботах. Так у [5] вперше визначено критичний вплив невизначеності, яка пов'язана з неповністю вихідних даних, – на функцію належності структурованого об'єкта масиву порівняння в задачі розпізнавання. Показано, **що при урахуванні невизначеності, пов'язаної з відсутністю інформації максимальне значення застосовності явища-гіпотези** буде становити:

$$\begin{cases} (A'_{K\bar{U}} > G'_{N\bar{U}}) \rightarrow P_{N_{\max}} = (S'_{N\bar{U}} + G'_{NU}) / (A'_{K\bar{U}} + G'_{NU}), \\ (A'_{K\bar{U}} \leq G'_{N\bar{U}}) \rightarrow P_{N_{\max}} = (S'_{N\bar{U}} + G'_{NU}) / (G'_{N\bar{U}} + G'_{NU}); \end{cases} \quad (4)$$

де $A'_K = A'_{K\bar{U}} + m'_U$ – розклад кількості проявів на ті, що містяться у підмножині невизначеності m'_U та поза нею $A'_{K\bar{U}}$, для явища яке досліджується; відповідно, так само і для явища-гіпотези: $G'_N = G'_{N\bar{U}} + G'_{NU}$; $S'_{N\bar{U}}$ – **число параметрів проявів, що співпали у множинах явища та гіпотези без урахування підмножини невизначеності.**

Мінімальне значення застосовності явища-гіпотези при урахуванні невизначеності, пов'язаної з відсутністю інформації, становитиме [5]:

$$\begin{cases} (A'_{K\bar{U}} + (m'_U - G'_{NU})) \leq (G'_{N\bar{U}} + G'_{NU}) \rightarrow P_{N_{\min}} = \frac{S'_{N\bar{U}}}{G'_{N\bar{U}} + G'_{NU}}, \\ (A'_{K\bar{U}} + (m'_U - G'_{NU})) > (G'_{N\bar{U}} + G'_{NU}) \rightarrow P_{N_{\min}} = \frac{S'_{N\bar{U}}}{A'_{K\bar{U}} + m'_U - G'_{NU}}. \end{cases} \quad (5)$$

Встановлено, що збільшення невизначеності, пов'язаної із відсутністю інформації, неминуче веде до комбінаторного вибуху можливих варіантів при прийнятті рішень. Інакше кажучи, неповнота даних у висхідному повідомленні щодо ААЯ – веде до зростання рівнозначимої багатоваріантності ототожнень [5].

Приклад 1. Нехай ми маємо множину даних, що описує досліджуване явище A_1 за чотирма групами розподілу, кожна з яких містить по п'ять компонент підмножин проявів. Одна з груп містить невизначеність, пов'язану із відсутністю інформації щодо проявів, символи U закривають можливі позиції розташування проявів. Аналогічно представлено множину гіпотези G_1 та відповідну множину спільних проявів S_1 :

$$A_1 \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ U & U & U & U & U \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}; \quad G_1 \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}; \quad S_1 \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ U & U & U & U & U \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

У даному прикладі вважається, що усі прояви є сумісними між собою, тобто кожна група може містити їх будь-яку варіацію, містити всі або ж не містити жодного. Аналізуючи функцію належності $P_1 = \mu_{G_1}(A_1)$ за формулою (1), ми мусили б розглянути всі можливі варіанти заповнення підмножини невизначеності. Для аналізу максимальної застосовності застосуємо формулу (2): $A'_{1\bar{U}} = 8 > G'_{1\bar{U}} = 7; \rightarrow P_{1\max} = (S'_{1\bar{U}} + G'_{1U}) / (A'_{1\bar{U}} + G'_{1U}) = (4 + 2) / (8 + 2) = 0,6$.

Мінімальну застосовність визначимо за формулою (3):

$$A'_{1\bar{U}} + (m'_U - G'_{1U}) = 8 + (5 - 2) = 11 > (G'_{1\bar{U}} + G'_{1U}) = 7 + 2 = 9 \rightarrow P_{1\min} = \frac{S'_{1\bar{U}}}{A'_{1\bar{U}} + m'_U - G'_{1U}} = \frac{4}{8 + (5 - 2)} = 0,364.$$

Всі інші можливі значення застосовності будуть знаходитися тільки у межах між отриманими значеннями, а значить, справляти передбачуваний вплив на результати прийняття рішень на основі неповних вихідних даних.

4. Урахування невизначеності, яка пов'язана із надлишком інформації.

Надмірність даних розглядається в основному у теорії інформації в ракурсі повідомлень скінченної довжини і означає перевищення кількості інформації, що використовується для передачі або зберігання повідомлення, над його інформаційною ентропією. Надмірність в теорії інформації це кількість бітів, використовуваних для передачі повідомлення мінус кількість бітів фактичної інформації в повідомленні [9, 12].

В даній же роботі розглядається не надмірність, а **надлишковість інформації** – як наявність проявів, які містяться у матриці повідомлення про явище, але не включені у модель ототожнення (через складність формалізації, обмеженість методології тощо).

Справді, при зростанні кількості відомих проявів у масиві явища, і якщо за ними проводиться ототожнення, то інформація про нього зростає (див. нижче), а точність обчислення застосовності, а відповідно і неототоженості – підвищується. Проте формалізація даних підкорена обмеженням мета-моделі ототожнення, отже можливі прояви, які містяться у висхідних даних, але не можуть бути допоки використані, як основні чи опосередковані. Мова насамперед про якісні характеристики (особливості і траєкторія руху, побудова, взаємодія і т.п.). Тож, кожен із таких проявів буде породжувати невизначеність, але не на рівні явища, а на рівні гіпотез – адже невідомо, як зміниться функція належності, коли ми включимо нарешті неформалізований параметр у модель.

Позначимо $A_{KR}\{r_{ij}\}$ – множина надлишкових додаткових параметрів і m'_R – їх кількість. Таким чином, для випадку, коли присутні як невизначеність пов'язана із надлишковістю інформації, так і з її відсутністю, то можна представити $A_K = A_{K\bar{U}} \cup A_{KU} \cup A_{KR}$, а формули (4) і (5) будуть набирати вигляд:

$$\begin{cases} (A'_{K\bar{U}} + m'_R) > (G'_{N\bar{U}} + m'_R) \rightarrow P_{N\max} = (S'_{N\bar{U}} + S'_{1R} + G'_{NU}) / (A'_{K\bar{U}} + m'_R + G'_{NU}), \\ (A'_{K\bar{U}} + m'_R) \leq (G'_{N\bar{U}} + m'_R) \rightarrow P_{N\max} = (S'_{N\bar{U}} + S'_{1R} + G'_{NU}) / (G'_{N\bar{U}} + m'_R + G'_{NU}); \end{cases} \quad (6)$$

$$\begin{cases} (A'_{K\bar{U}} + m'_R + m'_U - G'_{NU}) \leq (G'_{N\bar{U}} + m'_R + G'_{NU}) \rightarrow P_{N\min} = \frac{S'_{N\bar{U}} + S'_{1R}}{G'_{N\bar{U}} + m'_R + G'_{NU}}, \\ (A'_{K\bar{U}} + m'_R + m'_U - G'_{NU}) > (G'_{N\bar{U}} + m'_R + G'_{NU}) \rightarrow P_{N\min} = \frac{S'_{N\bar{U}} + S'_{1R}}{A'_{K\bar{U}} + m'_R + m'_U - G'_{NU}}. \end{cases} \quad (7)$$

Якщо присутня тільки невизначеність, пов'язана із надлишком інформації, то відповідні компоненти у формулах (6) і (7) приймаються рівними нулю. В суті, врахування невизначеності, пов'язаної із надлишковістю даних є задачею невизначеності, пов'язаної із відсутністю інформації у явищах-гіпотезах, так як параметри проявів не включені у модель.

Складність обчислення ефекту від невизначеності, пов'язаної із надлишком інформації, полягають у тому, що формули (6) і (7) слід визначити для кожного комбінаторного інваріанту можливого заповнення віртуальної підмножини, для всіх явищ із масиву гіпотез.

Приклад 2. Нехай ми маємо множини даних із прикладу 1, але без невизначеності, пов'язаної із відсутністю інформації. Натомість присутня підмножина $A_{KR}\{r_{ij}\}$, яка містить один додатковий прояв, який відомий, достовірний і вагомий, тож не може бути проігнорований при ототожненні, але у той же час – він з якихось причин не може бути включений у мета модель, тобто є невизначеність, пов'язана надлишком інформації:

$$A_1 \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ \langle 1 \rangle \end{pmatrix}; \quad G_1 \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ \langle r \rangle \end{pmatrix}; \quad S_1 \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ \langle r \rangle \end{pmatrix}.$$

Оскільки невизначеності через відсутність інформації у даних цього конкретного прикладу немає, то формули (6) і (7) зводяться до однієї:

$$\begin{cases} (A'_{K\bar{U}} + m'_R > G'_{N\bar{U}} + m'_R) \rightarrow P_{N\max} = P_{N\min} = P_N = (S'_{N\bar{U}} + S'_{1R}) / (A'_{K\bar{U}} + m'_R), \\ (A'_{K\bar{U}} + m'_R \leq G'_{N\bar{U}} + m'_R) \rightarrow P_{N\max} = P_{N\min} = P_N = (S'_{N\bar{U}} + S'_{1R}) / (G'_{N\bar{U}} + m'_R); \end{cases} \quad (8)$$

Комбінаторних інваріантів для одного прояву всього два: $G_{11} \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ \langle 0 \rangle \end{pmatrix} G_{12} \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ \langle 1 \rangle \end{pmatrix}.$

Отже, підставивши $m'_R=1$, та дані прикладу 1, отримаємо значення застосовності для кожного з інваріантів: $P_{11}=0,44$ та $P_{12}=0,56$. Звичайна застосовність без урахування невизначеності становить $P_1=4/8=0.5$. Як бачимо, **оцінка ототожненості розмивається**, і функція належності перетворюється на інтервал. Щоби проілюструвати вплив обох розглянутих типів невизначеності, на основі даних із прикладу 1 покажемо зміни застосовності при зростанні області невизначеності через відсутність інформації (Рис. 1. а), а на основі даних із прикладу 2 – зміни застосовності при зростанні області невизначеності через надлишок інформації (Рис. 1. б). Всі інші параметри прийнято незмінні.

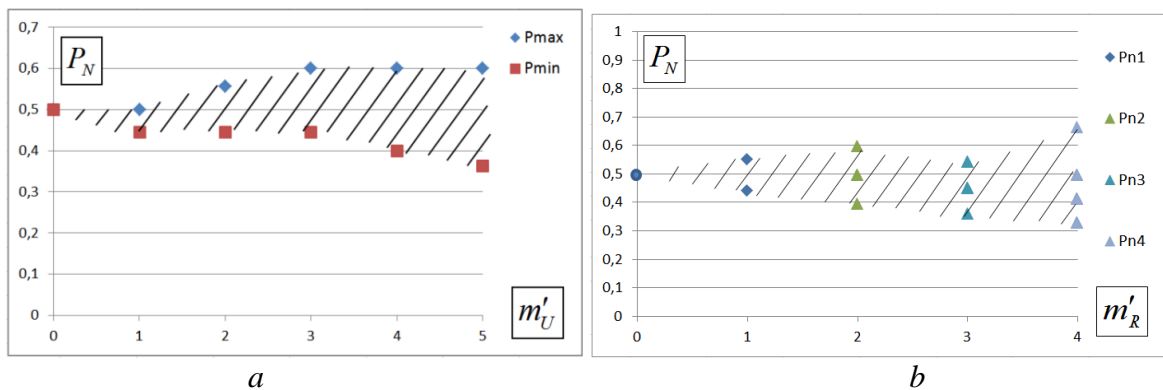


Рис.1. Ілюстрація зростання області допустимих дискретних значень функції належності при зростанні кількості проявів у підмножині невизначеності через відсутність інформації – а; та через надлишок інформації – б, для множин із прикладів 1 та 2

Відтак, невизначеність, пов'язана із надлишком інформації, як і при відсутності інформації – розширює і зміщує область допустимих значень функції належності. Слід звернути увагу, що у представлених прикладах вже при невеликих значеннях числа проявів у підмножинах невизначеності – як через відсутність так і через надлишок інформації – сильно зростає інтервал значень застосовності (ототожненості).

5. Міра кількості інформації у повідомленні про явище. Сама тільки ототожненість або неототожненість явища не каже про те, наскільки воно інформативне і важливе для наповнення бази знань та формування наукової картини феномена. Тому в 2013...2015 роках описана методика ототожнення НЛЮ була доповнена оцінкою **міри кількості інформації**, яка міститься у описі явища [4]. Логіка виведення **міри кількості інформації** наступна. Враховуючи, що кількість нових знань, яку отримує дослідник, залежить від кількості проявів, характеристики яких **не співпали** із відповідними проявами явища-гіпотези відомої природи, яке має максимальну застосовність $S'_u = \langle A'_K \rangle - S' | P_{N_{\max}}$, а також взаємозв'язок нечітких множин та теорії ймовірностей, **міра кількості інформації** K -того повідомлення про реєстрацію можливого ААЯ може бути представлена у вигляді Шенонівської інформації [25, 26] за експоненціальним джерелом:

$$I_K = U_K \ln \langle A'_K \rangle^{S'_u} \quad (9)$$

\ln – натуральний логарифм; $\langle A'_K \rangle$ – кількість підмножин параметрів за якими ведеться ототожнення (кількість класів розпізнавання). Слід також застерегти, що $P_{N_{\max}}$ залежить від кількості проявів явища, що розглядається, або кількості проявів, що міститься у множині проявів явища відомої природи, щодо якого ведеться порівняння. Максимальне із цих чисел знати наперед неможливо, а тому ототожненість **неявно** залежить від S'_u .

Отже, **міра кількості інформації** дозволяє відрізнити свідoctва, які мають однакову неототожненість, але різну цінність для досліджень і формування збірною образу феномену. Збільшення міри кількості інформації в повідомленні щодо спостереження можливого ААЯ може бути досягнуте за рахунок збільшення параметрів порівняння (збільшення розмірності матриці проявів повідомлення) і за рахунок збільшення проявів,

характеристики яких не співпали із відповідними проявами явища-гіпотези відомої природи, що має максимальну застосовність S'_u .

Таким чином було введено визначення **Факторів аномальності (ФА)** – проявів феномену, характеристики яких не належать масиву проявів явищ-гіпотез відомої природи [4]. Фактори аномальності формують картину феномена шляхом доповнення бази знань про нього. Кажучи математично, **ФА** можуть бути як проявами із підмножини кожної конкретної групи (класу ототожнення) досліджуваного явища, що знаходиться поза межами сукупної області визначення всіх гіпотез у цій підмножини (наприклад швидкість набагато більша за граничну для найшвидшого відомого літака), так і взагалі проявами поза класами ототожнення (наприклад світлові промені скінченної довжини, раптове зникнення або поява, раптова зміна розмірів, форми об'єкту тощо).

У граничних мінімальних випадках прийнятої моделі, при повній визначеності, міра інформативності набиратиме значення $I_K = 0$ при $S'_u = 0$ та $P_{N_{\max}} = 1$ (явище повністю ототожнене, ФА немає) або у випадку $P_{N_{\max}} \leq 1$, $A'_K = S'_u = 1$ (вся інформація про явище вичерпується лише одним параметром, воно неінформативне).

Із викладеної вище моделі стає також зрозумілим, що вербальні повідомлення від очевидців, як правило не представляють цінності, оскільки наявність факторів аномальності у їх змісті не очевидна внаслідок значного впливу психофізіологічних факторів, невизначеності та недостовірності даних [6]. Такі повідомлення матимуть низьку міру інформативності. Це насамперед стосується повідомлень, непідкріплених придатними для аналізу на фальсифікованість даними, а також незалежними спостереженнями. Через це, зокрема, УНДЦА «Зонд» із 2011 року перестав реєструвати одиночні повідомлення подібного роду.

Представлена вище методика гармонізується із міжнародним досвідом кількісного вимірювання повідомлень щодо ААЯ. У роботі [34] та багатьох пізніших працях відомою французькою дослідницькою групою GEIPAN була вперше описана система класифікації повідомлень щодо ААЯ за їх рівнем **незвичайності (étrangeté)** та **інформаційної наповненості (consistance)** із поділом на п'ять категорій ототожнення. **A**: зареєстрований феномен є абсолютно ототожненим, як явище природного або антропогенного походження. У результаті досліджень встановлені однозначні докази щодо походження явища. **B**: зареєстрований феномен в цілому є ототожненим, як явище природного або антропогенного походження. Проте через недостатність кількісних або/та якісних даних; встановлених у результаті дослідження доказів щодо походження явища не має. **C**: зареєстрований феномен не може бути ототожнений через недостатність кількісних або/та якісних даних. **D1**: зареєстрований феномен є не ототожненим, але рівень незвичайності і інформаційної наповненості повідомлення – середній. **D2**: зареєстрований феномен є не ототожненим, рівень незвичайності і інформаційної наповненості повідомлення – високий.

Також у [34] запропонована кількісна методика ототожнення ААЯ. У ній **незвичайність явища позначається як E_K , а інформаційна наповненість рівна**

$$C_K = I_K \cdot F_K \quad (10)$$

де I_K – кількісна міра інформації а F_K - рівень її надійності. **Кількісна міра інформації** - це вся та достовірна інформація, що зібрана і «об'єктивізована» у ході дослідження, та є основним критерієм оцінки при класифікації свідчення. Значній **інформаційній наповненості** буде відповідати наявність всіх доступних описових, характеристичних параметрів явища (наприклад кілька незалежних свідків, фотографії, матеріальні сліди взаємодії із навколишнім середовищем і т.п.). При низькій інформаційній наповненості аналіз не здатний охопити всі можливі гіпотези і винести висновки щодо природи явища.

Ministry of Education and Science of Ukraine, Knowledge Society of Ukraine, Aerospace Society of Ukraine, National Technical University of Ukraine «I.Sikorsky Kyiv polytechnic institute», Institute of Aerospace Technologies, Ukrainian Scientific research Center for Analyses of Anomalies «Zond» www.zond.kiev.ua; e-mail: srcaa@zond.kiev.ua

Рівень надійності F_K , що розглядається додатково, відображає достовірність джерел інформації, їх узгодженість, точність та об'єктивність, незалежність тощо [34]. Як бачимо, у методиці GEIPAN збігається назва щодо кількості інформації із найменуванням об'єктивізованої міри чисельного вираження інформації, запропонованої нами вище. Параметри I_K та F_K можна зіставити із запропонованим вище математичним апаратом ототожнення [4]. Тоді можна покласти, що:

$$C_K = I_K \cdot F_K = F_K \cdot U_K \ln \langle A'_K \rangle^{S'_u} \quad (11)$$

Рівню **незвичайності** (*étrangeté*) в методиці GEIPAN може бути зіставлена визначена вище **неототожненість** аерокосмічного феномена: $E_K = U_K = 1 - P_{N_{\max}}$. Рівень надійності F_K приймає значення у інтервалі від 0 до 1 і може бути призначений додатково експертом. Вочевидь доводиться визнати наперед, що він має залежність від суб'єктивних свідчень та не може бути адекватно виражений на кількісну шкалу. Експертно пропонувані значення рівня надійності джерел інформації наведені у табл. 1.

Табл. 1.

Тип джерела інформації	Рівень надійності	F_K
Приладова реєстрація	Дуже високий	1,0
Аналіз по відео та/або реконструкція на місцевості	Високий	0,95
Аналіз по фото	Значний	0,9
Оброблені покази мінімум 2-х очевидців	Низький	0,6
Оброблені покази мінімум 3-х і більше очевидців	Середній	0,7

Суб'єктивна оцінка одного очевидця навмисно не включена у дану таблицю, так як не може без аналізу дослідником становити принаймні хоч якимось надійну інформацію [6]. Для уточнення реальних рівнів надійності повинні бути проведені масштабні дослідження, мають прийматися до уваги походження інформації, умови реєстрації тощо; рішення має прийматися дослідником у кожному конкретному випадку.

Порогові рівні значень для C та E – є критеріями класифікації феномену для включення у базу знань. У крайніх прикладах, які можна зауважити у деяких роботах [35] запропоновані деякі задані інтервали (порогові рівні) для категорій ототожнення (Рис. 2.а). **Незвичайність за шкалою графіка, як і неототожненість** - приймає значення у інтервалі від 0 до 1. Проте **інформаційна наповненість за графіком** приймає значення також у інтервалі від 0 до 1, в той час як запропонована **міра кількості інформації – і більше одиниці**. Тож матриця інтервального відображення Рис.2.а **не може** застосовуватись для розглянутої методики. Окрім того, ситуація за графіком 2.а, коли E та C наближаються до одиниці **не може** фактично підпадати під категорію ототожнення C .

Щоб ортонормувати шкалу абсцис, пропонується використати похідний від неї параметр: **міру кількості інформації, віднесену до максимальної потенційної інформації, що може міститися у свідченні, та поділену на ототожненість** (яка вже урахувана вісю ординат), з урахуванням коефіцієнта надійності джерела інформації:

$$C^*_K = \left(\frac{I}{I_{\max}} \right)'_K = \ln \langle A'_K \rangle^{S'_u} / \ln \langle A'_K \rangle^{A'_K} \cdot F_K. \text{ В суті, } C^*_K = \left(\frac{I}{I_{\max}} \right)'_K = \log_{\langle A'_K \rangle^{A'_K}} \langle A'_K \rangle^{S'_u} \cdot F_K \quad (12)$$

Якщо інформація надійшла із різних джерел, то до міри кількості інформації може бути застосований усереднений коефіцієнт надійності від коефіцієнтів кожного параметру,

за яким ведеться ототожнення $F_K = \sum_{i=1}^N F_i / N$. Для застосування методики **пропонується** графік Рис. 2.b, отриманий на основі **досвіду та експертної оцінки УНДЦА «Зонд»** [4].

Приклад 3. Із досвіду ототожнення можна покласти що, коли ортонормована відносна міра кількості інформації і неототоженість більші або рівні 0,2 – явище варте уваги. Це може наприклад відповідати випадку, коли при повній визначеності і достовірності принаймні 1 із всіх 5 відомих параметрів про явище, за якими ведеться ототожнення, виходить за межі параметрів антропогенних або природніх гіпотез:

$$U_N = 1 - \frac{S'_N}{\max(A'_K; G'_N)} = 1 - \frac{4}{\max(5; 5)} = 0.2; I_K = U_K \ln \langle A'_K \rangle^{S'_u} = 0.32,$$

$$\left(\frac{I}{I_{\max}} \right)'_K = \ln \langle 5 \rangle^1 / \ln \langle 5 \rangle^5 \cdot 1 = 0.2,$$

і це мінімальна умова для належності явища до категорії «D1». З іншої сторони, якщо в масиві гіпотез 9 параметрів, а про явище відомі тільки 5, то при тій же відносній мірі

інформації $\left(\frac{I}{I_{\max}} \right)'_K = 0.2$, неототоженість буде рівна 0,11 і $I_K = U_K \ln \langle A'_K \rangle^{S'_u} = 0.18$ – таке

явище, скоріш за все, менш аномальне і відноситься до категорії «C». Натомість явища, у яких міститься багато інформації, але мало аномальності, можуть бути віднесені до категорій «A» і «B», як вцілому ототожнені.

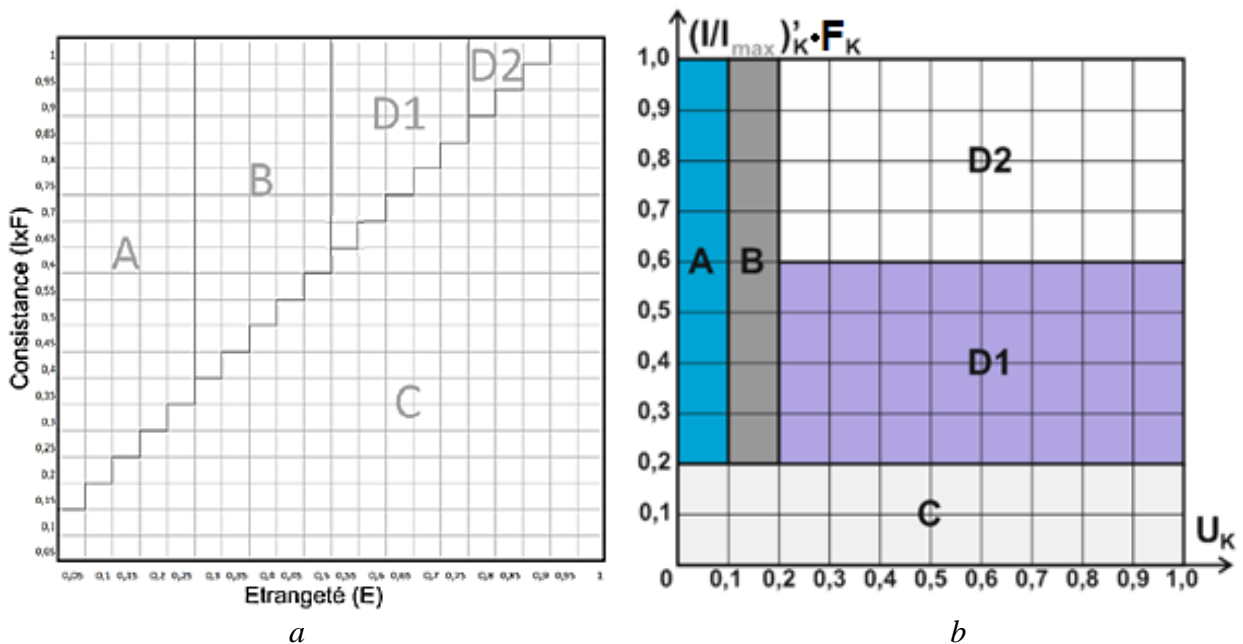


Рис.2. Матриці інтервального відображення категорій ототожнення залежно від міри кількості інформації та неототоженості: існуюча (GEIPAN) – a, та пропонуєна – b

6. Втілення і апробація методики. На основі розробленої методики в УНДЦА «Зонд» створена і розвивається спеціалізована об'єктно-орієнтована експертна система «UESP», що проводить ототожнення НЛЮ за **9-ма основними кількісними характеристиками: висота, діаметральний та кутовий розмір, кутова та лінійна швидкість, мінімальний радіус та кутова швидкість розвороту, максимальний час**

зависання, та гранична яскравість явища. Застосування системи показало високу ефективність при аналізі первинних повідомлень від очевидців [23, 8, 4]. Застосування параметра ототоженості дозволяє значно скоротити час обробки та аналізу повідомлень, а також мінімізує вплив людського фактору та суб'єктивності дослідника. Також це дає можливість направлено структурувати масиви повідомлень за рівнями ототоженості.

Приклад 4. Реальне застосування. Розглянемо випадок спостереження ААЯ у с.Вільне Криворізького р-ну Дніпропетровської області. Очевидець Андрій Н. заряджав відеокамеру у липні 2012 року, коли із вікна побачив на іншій стороні водосховища об'єкт, який тут же зафіксував. Очевидцем надано оригінал аналогового відео із зафіксованим незвичайним об'єктом, що зависаючи, спускається за лісопосадку на протилежному березі. Експедиції були проведені УНДЦА «Зонд» в 2017 і 2018 роках [14].

Оригінал відео отриманий 27.01.2018 та пізніше повністю оцифрований без істотної втрати якості, підтверджено оригінальність аналогового запису і відсутність цифрової обробки (здійснено С.Петровим, харківський філіал УНДЦА). На відео видно «молотоподібний» об'єкт темно-коричневого кольору, який зависаючи і зберігаючи вертикальне положення, поволі знижується і сідає за лісопосадку західного узбережжя Інгулецького водосховища. Був проведений покадровий аналіз ключових моментів відео та натурні експерименти із позиціонуванням об'єкту, здійснена акумуляція даних і побудована просторова математична модель спостереження (Рис. 3).

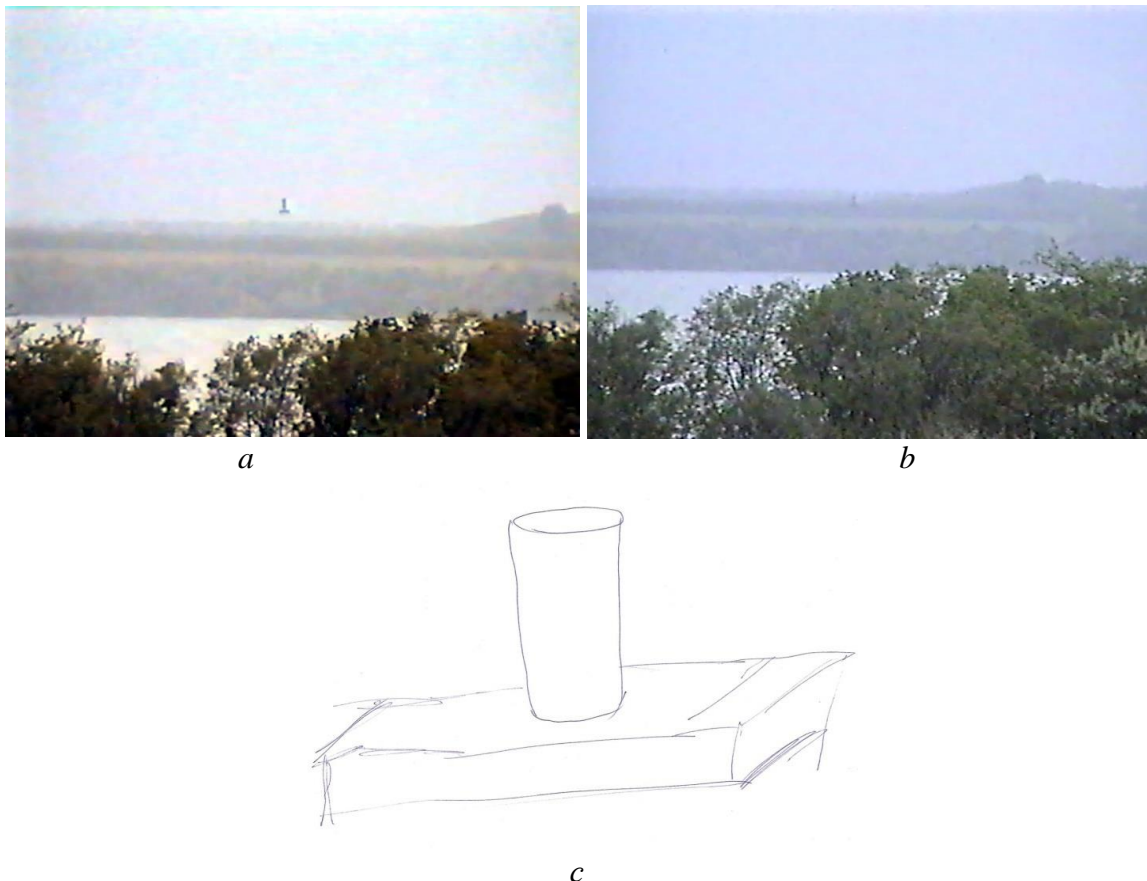


Рис.3. Відео спостереження ААЯ у с.Вільне Криворізького р-ну Дніпропетровської області, 2012 рік. Кадр часу відео 0:10 - а; кадр часу відео 0:27, видно що об'єкт продовжує спускатися нижче принаймні 4 лінії лісосмуги (від берега) – б, рисунок очевидця – с. Об'єкт має виражено не аеродинамічну, аномальну форму

На основі даних експериментів і анкетування було складено **матрицю даних повідомлення для автоматизованого ототожнення** та середній план [7, 21, 15, 13]. **Мінімальний**, і **Максимальний** план складено з урахуванням похибки обчислення, враховуючи що параметри об'єкту визначені не пов'язано із параметрами візуального спостереження суто із відео, експертно прийнята $\pm 5\%$ за [6]. Окремо враховано, що так як дані визначено із аналізу відеоматеріалів, то коефіцієнт надійності джерела інформації $F_K = 0,95$, табл. 2.

Мінімальний радіус розвороту і кутова швидкість розвороту – рахуються первинно як відсутні, так як за свідченням очевидця та із відео, об'єкт рухався тільки лінійно, без обертання. Всі параметри досить чітко визначені на основі аналізу відеоматеріалів, математичного моделювання і натурних експериментів, тому невизначеність даних, пов'язана із відсутністю інформації прийнята такою, що зведена в моделі до нуля. Натомість, в апріорних даних повідомлення присутня невизначеність, пов'язана із **надлишком інформації**. Очевидно, як мінімум один значущий критерій – **траєкторія об'єкту** – зафіксований на відео і у показах очевидця, але не включений до математичної моделі ототожнення через складність формалізації, тобто $m'_R = 1$.

Табл. 2.

Параметр	Значення			Пояснення, джерело
	min -5%	mid	max +5%	
Гранична яскравість, кд/м.кв.	0	0	0	об'єкт на відео не мав власної яскравості і світіння
Максимальний час зависання, с	7,6	8	8,4	визначено із аналізу відеоматеріалів
Діаметральний розмір, м	6,745	7,1	7,455	максимальний, = висоті об'єкту
Швидкість, м/с	4,133	4,35	4,568	максимальна, визначено із аналізу відеоматеріалів
Висота, м	36,86	38,8	40,74	максимальна, визначено із аналізу відеоматеріалів
Кутовий розмір, гр	0,107	0,113	0,119	визначено із аналізу відеоматеріалів
Кутова швидкість, гр/с	0,095	0,1	0,105	визначено із аналізу відеоматеріалів

Для автоматизованого ототожнення використана автоматизована об'єктно-орієнтована експертна система **ототожнення ААЯ «UESP»**, розробка і програмна реалізація УНДЦА «Зонд» (2014-2020). У комплекс станом на 2020 рік внесено характеристики 41 явища-гіпотези – це різноманітні антропогенні літальні апарати, а також основні астрономічні, космічні та атмосферні явища.

За результатами розрахунку без урахування невизначеності, середній план та максимальний план збігаються. Найбільшої застосовності **$R_{max} = 0,714$** досягає ансамбль гіпотез, які в цілому описують літаки, гелікоптери, аеростати і стартостати, квадрокоптери, авіамоделі та інші БПЛА – із напрямком руху в площині спостерігача, що логічно, так як це породжує враження, що апарат рухається вертикально. За мінімальним планом найбільшої застосовності **$R_{max} = 0,714$** - досягають ті ж самі група гіпотез, додаючи групу гіпотез щодо астрономічних об'єктів типу зірок і планет.

Таким чином, **мінімальна неототожненість явища** для отриманої групи гіпотез із максимальною застосовністю без урахування невизначеності складає величину:

$U_K=1-P_{Nmax}=0,286$. Для кожної гіпотези із групи з максимальною застосовністю гіпотез визначена відповідна міра кількості інформації і ортонормована відносна міра кількості інформації.

При врахуванні невизначеності, пов'язаної із надлишком інформації (прийнято один параметр у додатковій підмножині висхідних даних), $m'_r=1$, як за мінімальним, так і за середнім та максимальним планами, найбільшій застосовності **$P_{max} = 0,75$** – досягає ансамбль гіпотез, які описують різні літаки, - із напрямком руху в площині спостерігача. Отже мінімальна неототожненість явища для отриманої групи гіпотез із максимальною застосовністю та із урахуванням невизначеності, пов'язаної із надлишком інформації – складає: $U_K=1-P_{Nmax} = 0,25$. На графіках Рис.4 показано значення неототожненості та ортонормованої відносної міри інформації без урахування невизначеності (Рис.4 а) та з урахуванням невизначеності, пов'язаної із надлишком інформації (Рис.4 б).

7. Висновки і обговорення. Обчислені параметри, які автоматично нанесені на графіки Рис.4 – дозволяють сказати, що за результатами розрахунку за всіма гіпотезами, явище що розглядається, належить за максимальною ототожненістю до **Категорії D1**: зареєстрований феномен є **не ототожненим за своїми проявами**, але рівень незвичайності і інформаційної наповненості повідомлення – середній. Притому навіть при урахуванні надлишкових параметрів, оцінки застосовності зміщуються, але лишаються у межах області **D1**.

Додатковий детальний аналіз превалюючих гіпотез [14] також показав, що об'єкт, зафіксований на відео, що його надав очевидець – дійсно не може бути однозначно ідентифікований, як жодне відоме явище природнього і антропогенного походження.

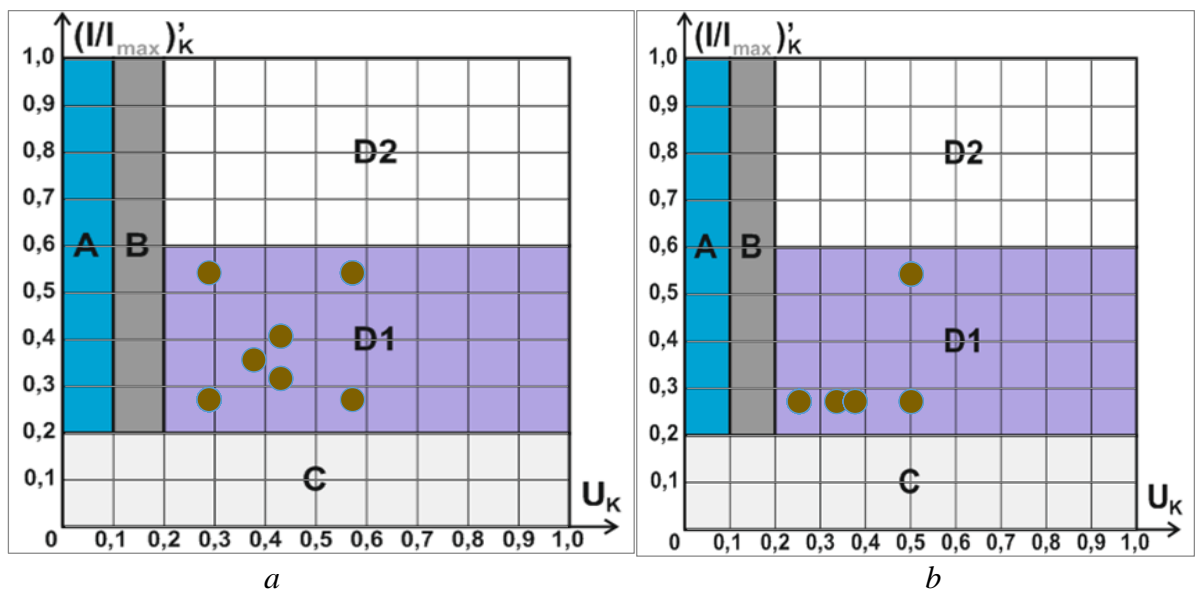


Рис.4. Діаграма ототожнення із точками що відповідають гіпотезам із найбільшою застосовністю для ААЯ біля Кривого Рогу (2012) без урахування невизначеності – а, та з урахуванням невизначеності, пов'язаної із надлишком інформації - б

Оскільки об'єкт завеликий для БПЛА, особливо станом на 2012 рік, а для аеростатів немає аеродинамічної форми, були розглянуті гіпотези найбільш відповідних ЛА, зокрема літаки вертикального зльоту-посадки типу "колеоптер" (єдиний відомий SNECMA C.450 Coleoptere французької розробки). Але навіть колеоптер не відповідає кінцевій формі об'єкту та реальній імовірності зустріти такий раритет в Україні (що саме по собі становить аномалію), вітчизняних подібних розробок немає, в інших країнах подібні літальні апарати теж не використовуються.

Отже, об'єкт є не ототожненим ААЯ за своїми встановленими проявами і характеристиками та становить наукову цінність для бази знань про феномен.

Вочевидь, якщо би відео було зняте із ближчої відстані, детальніше і зйомка об'єкту велася довше, а сам об'єкт проявляв більше характеристик, то явище могло би перейти до групи D2. Також має значення той факт, що повідомлення про спостереження було запізніле відносно факту прояву ААЯ, і через сільськогосподарські та можливі інші роботи, імовірно місце посадки (контакту/впливу об'єкту на флору-фауну-грунт тощо при близькій імовірній взаємодії) та власне факт посадки при виїзді приладово встановити не вдалося. Отримані результати відносно характерного прикладу застосування методики – цілком логічні, виходячи із характеру поведінки об'єкту із зависаннями на невеликій висоті.

Слід ще раз наголосити, що запропонована методика реалізована наразі тільки щодо кількісних параметрів аерокосмічних явищ, і не враховує якісні характеристики, які вочевидь складають додаткові фактори аномальності у даному спостереженні. Це, зокрема, не аеродинамічна, невласлива жодним літальним апаратам форма; місце спостереження і посадки об'єкта; відсутність звуку тощо. Таким чином, **розглянута методика** дозволяє розглядати первинні об'єкти, не ототожнені спостерігачем (НЛО), і вичленяючи фактори аномальності, за допомогою інструменту математичного обчислення невизначеності та міри кількості інформації – класифікувати ААЯ і наповнювати базу знань про феномен. Правило наповнення бази знань феномену виглядає як [4]:

$$\Omega = \bigcup_{i=1}^n S_i \mid C_i \geq C_L; E_i \geq E_L. \quad (13)$$

Порогові рівні значень для С та Е є критеріями класифікації феномену для включення у базу знань.

Щоб зменшити вплив невизначеності, дослідження ААЯ мають спиратися на джерела інформації, що мають найменшу втрату інформації на етапах її сприйняття, обробки та представлення результатів. Таким критеріям відповідають **засоби моніторингу та реєстрації феноменів**. Засобами моніторингу ААЯ зокрема є **глобальні, локальні та індивідуальні електронно-механічні системи**, що здійснюють вимірювання та фіксацію стану навколишнього середовища.

Світовий досвід застосування моніторингу ААЯ довів свою ефективність, зокрема в ракурсі безпеки польотів авіації, вивчення кульових блискавок, виявлення розвідних дронів і т.п. [33, 29, 32, 28, 19, також див. статтю про ЛІДАР у даному збірнику]. УНДЦА «Зонд» декілька років системно розробляє і впроваджує моніторингові системи [17, також див. першу статтю і статтю про моніторингові комплекси Коваленко Є., Білик А. і Кириченко О. у даному збірнику]. Гостра необхідність у існуванні глобального мікромоніторингу давно назріла у екології [20], астрономії [10] та інших галузях [11], адже зрештою мова йде насамперед про безпеку та стійкість розвитку нашої цивілізації [30, 16].

Слід зазначити, що отримані методики і застосовні не тільки для задач ототожнення явищ а і у будь-яких задачах теорії прийняття рішень в умовах невизначеності, пов'язаної із відсутністю і надлишком інформації [18]. Зокрема такі задачі виникають у теорії ігор при асиметричній інформації, розпізнаванні образів, економіці, маркетингу [1, 31, 27],

охороні довкілля тощо, де як недостача, так і надлишковість даних породжує вплив на рішення. Це свідчить про універсальність математичного апарату нечітких множин і міждисциплінарність досліджень ААЯ і ефективність наукової числової формалізації даних про невпізнані феномени. Подальші дослідження мають бути присвячені урахуванню якісних параметрів у моделі ототожнення, порогових значень включення у базу знань.

Сучасний глобалізований світ, який характеризується нестабільністю, невизначеністю, складністю та неоднозначністю (VUCA – Volatility, uncertainty, complexity and ambiguity [36] – потребує саме відкритих, електронно-людських методик із накопичувальним досвідом, які були би достатньо гнучкі і адаптивні до швидких змін вихідних умов і здатні швидко розпізнавати ситуації та приймати оптимальні керуючі рішення. Зрештою саме такі системи в сумі із системами загального моніторингу здатні осягати величезні дані (big data) від нього та надати шанс людству для розрішення глобальних наукових задач пізнання невідомих феноменів і досягнення гармонійного екологічного балансу на планеті.

Автор вдячний О.Г.Кириченко за плідні обговорення і доповнення до статті.

Список використаних джерел:

1. Акерлоф Дж. Рынок "лимонов": неопределенность качества и рыночный механизм // THESIS, № 5.1994. С. 91–104
2. Білик А.С. Проблематика ототожнення аномальних явищ і шляхи її вирішення/ Доповіді на Круглому Столі «Феномени Артефактів», – Київ, 2004;
3. Білик А.С. Порівняння масивів якісних даних на прикладі не ототожнених явищ //Зб. наук. праць IV Міжн. наук. конф. „Політ”,– К.: НАУ, 2004, вип.4, – С.103-106
4. Білик А.С. Як виміряти ААЯ: фактори аномальності, застосовність гіпотез та кількість інформації //Anomalous phenomena: methodology and practice of research: Issue of scientific articles / Bilyk A.S. (chief edit.) et al. – Kyiv: Polytechnica, 2015. – 126 p.
5. Білик А.С. Нечіткі множини в задачі розпізнавання в умовах невизначеності, пов'язаної з відсутністю інформації // VIII міжн.наук.-техн.конф. «Гіротехнології, навігація, керування рухом та конструювання авіаційно-космічної техніки»: зб.доп. /К.: НТУУ «КПІ», 2011, Ч.2. – С.19-27
6. Білик А.С. Урахування людського фактору в уфологічних дослідженнях// VI міжн.наук.-техн.конф. «Гіротехнології, навігація, керування рухом та конструювання авіаційно-космічної техніки»: зб. доповідей. Ч.І. Білик А. С. – К. : НТУУ «КПІ», 2007, – С. 94-101.;
7. Білик А.С. Визначення просторових геометричних характеристик об'єктів з урахуванням похибок вимірювань// Методологія та практика дослідження аномальних явищ: зб.наук.праць під заг. ред. А.С. Білика. – К.: Наук.світ, 2010. – 128 с.
8. Билык А.С. Количество информации и факторы аномальности при изучении аномальных аэрокосмических явлений// Юбилейный бюллетень ЕИВС Рівне 2013, – С.10-22
9. Бриллюэн Л. Научная неопределенность и информация. Изд. 2-е М: Ком Книга, 2006.- 272 с.
10. Вениаминов С.С., Червонов А.М. Космический мусор — угроза человечеству. - М.: ИКИ РАН, 2012. – 190 с
11. Верба В.С., Неронский Л.Б. и др. Радиолокационные системы землеобзора космического базирования (под ред. В.С. Вербы). – М.: «Радиотехника», 2010. – 680 с
12. Волькенштейн М.В. Энтропия и информация. — М. : Наука, 1986. — 192 с.
13. Ермилов Э.А., Троицкий В.С., Успенский А.В. Временная методика отождествления некоторых необычных явлений. НТО РЭС им.Попова, - г.Горький, 1984 г. – 35с.
14. Зведений підсумковий звіт експедиції «Кривий ріг – 2017, 2018» К.: УНДЦА «Зонд» -47с.
15. Инструкция по заполнению информационной карты о наблюдении неопознанных летающих объектов и связанных с ними явлений – К.:1993 – 34с
16. Концепция формирования «Единого информационного пространства глобальной безопасности» - традиционные решения и новые подходы //Жодзишский А.И., Сигов А.С.– М.: Материалы Международной научно-технической конференции INTERMATIC – 2012, часть 7. – С.36-46
17. Кириченко А.Г. О наблюдении аномальных аэрокосмических явлений средствами оптической локации// Методологія та практика дослідження аномальних явищ: зб.наук.праць / під заг. ред. А.С. Білика. – К.: Наук.світ, 2010. – 128 с.
18. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Логос, 2002. – 392 с.

19. Мантулин В.С., Белецкий А.В. Возможности использования РЛС МГА СССР для обнаружения не отождествленных объектов с аномальными характеристиками – Харьковская секция по изучению аномальных явлений в окружающей среде при ВСНТО РЭС им. А.С.Попова – 1984
20. Международная аэрокосмическая автоматизированная система мониторинга глобальных геофизических явлений и прогнозирования природных и техногенных катастроф. Патент RU №2349513, дата 27.10.2008
21. Методика сбора от населения информации о наблюдениях аномальных явлений// Секция «Изучение ААЯ» при НТО РЭС им. А.С.Попова, г.Горький-1990 г. – 9с.
22. Петухов А.Б. Основные принципы формирования уфологических баз данных// Методологія та практика дослідження аномальних явищ: зб.наук.праць / під заг. ред. А.С. Білика. – К.: Наук.світ, 2010. – 128 с.
23. Протокол Заседания УНИЦА «Зонд» №13(120) 08.09.2010 – ФАКС НТУУ «КПИ», 2010 – 3 с..
24. Скобелев Б.Ю. Классификация сообщений и определение физических свойств феномена. Отчет. / Скобелев Б.Ю. — Новосибирск. : 1979. – 44 с.
25. Харпли Р.В.Л. Передача информации. // Теория информации и ее приложения. — Физматгиз, 1959 – С. 5-35.
26. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. – М.: Изд. иностр. лит., 1963. – 830 с.
27. Chernev A., Böckenholt U., Goodman J. Choice overload: A conceptual review and meta-analysis //Journal of Consumer Psychology Volume 25, Issue 2, April 2015, Pages 333-358 <https://doi.org/10.1016/j.jcps.2014.08.002>
28. Davenport B. Using Multistatic passive radar for real-time detection of UFO's in the near-Earth environment// National UFO Reporting Center Seattle, Washington -2004. – 16p
29. Friedman S.T. A Scientific Approach to the UFO Mystery. - "UFO Report", 11/1979
30. Global Risks – 2013. Eighth Edition. Initiative of the Risk Response Network //2013 World Economic Forum – 80p
31. Iyengar S., Lepper M. When Choice is Demotivating: Can One Desire Too Much of a Good Thing? Journal of Personality and Social Psychology, 2000, Vol. 79, No. 6, 995-1006 DOI: 10.1037//0022-3514.79.6.995
32. Strand E.P. Project Hessdalen– 1984. Final Technical Report. Project Hessdalen – Articles and Reports,1984: <http://www.hessdalen.org/reports/hpreport84.shtml>
33. Teodorani M. Physics from UFO Data. ICPH Articles, №. 2 2001: http://www.itacomm.net/ph/phdata_e.pdf
34. Velasco J.-J. Outils et procedures de recueil, de gestion & traitement des informations concernant les phenomenes aerspatiaux non identifies // CNES, GEPAN: 1983
35. Rendu Compte D'enquete, Menil-Hubert-Sur-Orne (61) 29.05.2013 // Toulouse, le 12/07/2013 DCT/DA//GEIPAN
36. U.S. Army Heritage and Education Center (February 16, 2018). "Who first originated the term VUCA (Volatility, Uncertainty, Complexity and Ambiguity)?" USAHEC Ask Us a Question. The United States Army War College. Retrieved July 10, 2018.