

DOI 10.33099/2618-1614-2022-19-2-37-42

УДК 004.81

**М. О. Попов,**

член-кореспондент Національної академії наук України,  
доктор технічних наук, професор, директор,  
Державна установа «Науковий центр аерокосмічних  
досліджень Землі Інституту геологічних наук  
Національної академії наук України»,

**С. С. Стефанцев,**

викладач кафедри, Воєнна академія імені Євгенія Березняка,  
підполковник,

**О. В. Зайцев,**

кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри,  
Воєнна академія імені Євгенія Березняка, полковник

## Когнітивний підхід до калібрування номінальних суджень аналітика розвідувальної інформації

Результати роботи аналітиків розвідувальної інформації можуть бути представлені у формі словесних суджень та (або) в числовій формі. На даний час домінуючою формою представлення є словесні судження. У статті проаналізовано переваги й недоліки такої форми і показано, зокрема, що подібний підхід утворює певні складнощі у випадках, коли для прийняття рішення потрібне комбінування різних суджень. Тому авторами розроблений когнітивний підхід до калібрування номінальних суджень аналітика розвідувальної інформації, особливостями якого є персоніфікація процесу калібрування суджень і вихід на точкові суб'єктивні ймовірності. Описано зміст запропонованого когнітивного підходу, розроблено програмне забезпечення для його реалізації. Наведено приклад застосування розробленого підходу для розв'язання типової задачі.

**Ключові слова:** когнітивність, розвідувальна інформація, калібрування, номінальне судження, суб'єктивна ймовірність.

© М. О. Попов, С. С. Стефанцев, О. В. Зайцев, 2022

Сучасна методологія розвідки базується на парадигмі розвідувального циклу, в результаті виконання якого первинні дані та відомості перетворюються на аналітичні матеріали і знання [1]. Розвідувальний цикл складається з кількох технологічних етапів, що виконуються послідовно шляхом комунікації фахівців різних спеціальностей [2]. Тому успішність виконання розвідувальних завдань залежить не лише від обсягів здобутих даних і відомостей, а й від того, наскільки ефективно налагоджена комунікація залучених фахівців.

Успішна комунікація між людьми має місце тоді, коли комуніканти користуються однаково зрозумілою всім їм професійною мовою, єдиною системою знаків, критеріїв, оцінок тощо. Усвідомлюючи цей важливий факт, в арміях розвинених країн значну увагу приділяють розробці та обґрунтуванню систем уніфікованого представлення розвідувальної інформації (PI), методів визначення надійності розвідувальних джерел, розробці способів поєднання PI від різних джерел тощо.

Упродовж двох минулих десятиліть серед аналітиків і споживачів розвідувальної інформації точилася дискусія, предметом якої був пошук таких форм представлення кінцевих інформаційних продуктів, які були би здатні забезпечити максимально близьке розуміння суджень аналітиків щодо ймовірностей настання певних подій або виявлення певних об'єктів інтересу [3–5]. Практичним результатом цієї тривалої дискусії стало прийняття в США у 2015 р. нової директиви для розвідувального співтовариства (Intelligence Community Directive 203, далі – ICD 203) [6], у якій кожен висновок аналітика щодо ситуації, яка ним вивчається за допомогою розвідувальної інформації, має супроводжуватися відповідним номінальним (словесним) судженням (Verbal judgement). Щоб забезпечити однаковість розуміння висновків аналітика всіма іншими фахівцями, всі судження стандартизовані і калібровані. Останнє означає, що кожному судженню надається кількісна характеристика у вигляді його правдоподібності (likelihood) та ймовірності. Ураховуючи, що практично завжди аналітик працює в умовах суттєвої невизначеності, для оцінювання ймовірності реалізації його прогностичного висновку директива ICD 203 пропонує інтервальний формат.

У статті розглядаються аргументи *pro* і *contra* підходу, регламентованого ICD 203, і пропонується когнітивний підхід до калібрування номінальних суджень аналітика розвідувальної інформації з виходом на точкові суб'єктивні ймовірності.

Стаття організована таким чином. Після вступу обговорюється проблема і ставиться завдання. Далі описується зміст запропонованого когнітивного підходу. Розглядається типова практична задача, яка розв'язується за допомогою запропонованого підходу. Наводиться стислий опис програмного забезпечення, створеного для реалізації підходу. Завершується стаття висновками.

### Проблема і постановка завдання

Будь-яка процедура аналізу РІ та формування відповідних адекватних суджень щодо подій і стану об'єктів інтересу потребує відомостей про те, наскільки достовірними і точними є розвідувальні дані. Цей постулат є ключовим під час аналізу РІ, саме його реалізації приділяється особлива увага як практиками, так і теоретиками розвідки [7–9].

Судження за результатами аналізу РІ мають бути максимально чіткими і зрозумілими, з однозначним відношенням порядку. Так, у директиві ICD 203 для оцінювання ступеня реалізації подій чи об'єктів інтересу використовується множина із семи номінальних (словесних) суджень (Verbal Judgements) зі своїми правдоподібностями (Likelihoods) (табл. 1). Разом з множиною таких суджень прийнята ще множина оцінок у вигляді інтервальних ймовірностей (Interval-valued probabilities).

Наявність ймовірностей завжди дає змогу лексикографічно впорядкувати судження, тобто надати кожному судженню відповідний ранг (Rank), як показано в таблиці 1.

Аргументи на користь застосування в аналітичній роботі номінальних (словесних) суджень складаються переважно з таких [3, 10–12]:

1) аналітики інтуїтивно віддають перевагу словам, ніж числам, особливо в умовах невизначеності та браку їхніх власних знань;

2) аналітикам потрібно менше інтелектуальних зусиль для аргументування і пояснення своїх висновків та оцінок, якщо інформація представлена в словесній формі.

Слід зазначити, що використання «м'яких» оцінок у вигляді словесних суджень характерне не лише для розвідки, а є доволі поширеним і в деяких інших сферах людської діяльності, зокрема у стратегічному плануванні [4], під час оцінювання темпів і наслідків змін клімату (Intergovernmental Panel Climate Change [5]) тощо.

Проте використання номінального підходу під час оцінювання ймовірності реалізації тих чи інших ситуацій має і свої недоліки. Так, результати описаних у [13, 14] експериментальних досліджень демонструють значні відмінності в тому, як саме люди формують і трактують словесні судження. Було, зокрема, встановлено, що інтерпретація людьми номінальних суджень значною мірою залежить від контексту. Наслідком подібних когнітивних помилок є підвищення рівня невизначеності.

Серйозним недоліком використання номінальної шкали є те, що в такому разі відкритим залишається

питання згортки (комбінування) суджень, висловлених різними аналітиками.

Існує ще одна проблема: сьогодні практично вся РІ обробляється за допомогою комп'ютерної техніки, але вона працює з точковими числами, а обробка даних, представлених у словесній або інтервальній формах, ускладнена.

Уникнути, принаймні частково, зазначених недоліків можна шляхом конвертування словесних суджень у відповідні точкові числові еквіваленти. Отже, виникає проблема визначення точкових кількісних імовірнісних еквівалентів номінальних (словесних) суджень.

**Мета статті** – представити розроблений авторами когнітивний підхід до калібрування номінальних суджень аналітика розвідувальної інформації з виходом на точкові суб'єктивні ймовірності.

### Когнітивний підхід

Як уже зазначалося, підхід, прийнятий в ICD 203, передбачає, що кожному словесному судженню аналітика відповідає своя інтервальна ймовірнісна оцінка, причому обидві границі цього інтервалу чітко визначені. Але буденна практика аналітичної роботи свідчить, що проекція будь-якого словесного судження на область значень ймовірностей, як правило, виходить за границі одного відповідного інтервалу.

Причинами цього, як продемонстровано в [3, 15–17], є здебільшого природний суб'єктивізм авторів суджень та їхні когнітивні помилки. Зокрема, в [17] за допомогою психофізичного дослідження з опитуванням близько тисячі людей вивчалось питання, з якою частотою числові ймовірності можуть бути замінені словесними судженнями з множини заданих. Дослідження показало, що хоча піки частот для всіх словесних суджень розташовані в межах відповідних інтервалів ймовірностей, проте проекція кожного із суджень на область ймовірностей не обмежується відповідним установленим інтервалом, а виходить, причому іноді суттєво, за його межі (рис. 1).

Таким чином, загальний висновок проведених фахівцями психофізичних досліджень свідчить, що характер таких проекцій залежить від когнітивних властивостей людини. Відштовхуючись від цього фундаментального висновку, автори даної роботи пропонують когнітивний підхід до калібрування номінальних суджень аналітика розвідувальної інформації, особливостями якого є персоніфікація процесу калібрування суджень і вихід на точкові суб'єктивні ймовірності.

Таблиця 1

| Likelihood  | Almost no chance | Very unlikely | Unlikely     | Roughly even chance | Likely       | Very likely  | Almost certainly |
|-------------|------------------|---------------|--------------|---------------------|--------------|--------------|------------------|
| Probability | [0,01; 0,05]     | (0,05; 0,20]  | (0,20; 0,45] | (0,45; 0,55]        | (0,55; 0,80] | (0,80; 0,95] | (0,95; 0,99]     |
| Rank (r)    | 1                | 2             | 3            | 4                   | 5            | 6            | 7                |

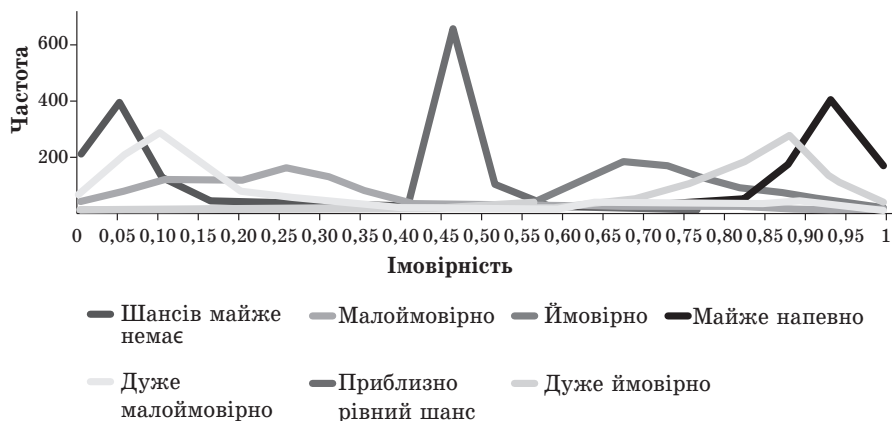


Рис. 1. Частотні розподіли ймовірностей різних словесних суджень

Перейдімо до поетапного розгляду когнітивного підходу.

1. Задається множина лексикографічно впорядкованих словесних суджень  $VJ = \{(vj)_1, \dots, (vj)_r, \dots, (vj)_R\}$ . Такою множиною може бути, зокрема, сукупність із  $R = 7$  суджень, наведена в директиві ICD 203, або сукупність із  $R = 6$  суджень, наведена у словнику Defence Intelligence Lexicon [18], тощо.

2. Калібрування множини словесних суджень здійснюється за такою схемою. Множина  $VJ$ , задана на першому кроці, проектується на область значень ймовірностей таким чином: фахівцю-аналітику пропонується обрати для кожного словесного судження з множини  $VJ$  той інтервал ймовірностей, який найбільш органічно, з точки зору цієї людини, відповідає семантиці даного судження. Обрані в такий спосіб інтервали можуть бути різної ширини, але повинні не перетинатися і в сумі покривати всю область значень ймовірностей від 0 до 1. Отже, на другому кроці область значень ймовірностей когнітивним способом поділяється на  $R$  інтервалів (рис. 2).

3. Обрані інтервальні представлення номінальних суджень конвертуються в точкові суб'єктивні ймовірності.

Відомо, що поняття «ймовірність» використовують у різних смислових значеннях [19]. Найпоширенішим є використання поняття ймовірності під час вивчення великих сукупностей однорідних подій (наприклад для оцінювання частки успіхів у випробуваннях), у дослідженнях різних фізичних систем тощо. У разі такої (частотної) інтерпретації процедура обчислення величини ймовірності вимагає наявності факту багаторазової повторюваності подій та знеособлена, оскільки шукана величина безпосередньо визначається фізичними властивостями системи, що досліджується.

В іншому своєму значенні ймовірність належить до обґрунтованості переконань чи очікувань і є значною мірою синонімом правдоподібності. Оскільки названі категорії є областю інтелектуальної діяльності, то така ймовірність називається суб'єктивною. За визначенням [19], суб'єктивна ймовірність – це така ймовірність, що виражає ступінь віри людини в припущення або виникнення

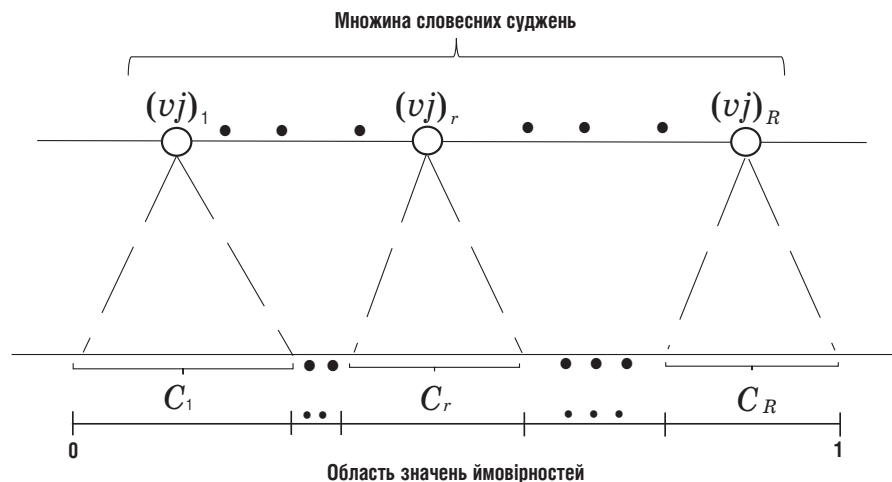


Рис. 2. Схема когнітивного калібрування словесних суджень

події на основі наявної інформації. Цей акцент на ймовірності як особистому переконанні людини, контрастує з уявленням про частоту ймовірності як щось, що існує поза спостерігачем.

У контексті нашого дослідження ймовірність використовується як суб'єктивна категорія. В роботі [20] запропонована емпірична формула, яку можливо використати для обчислення суб'єктивної ймовірності:

$$p = (1 - u) \cdot c + 0,5 \cdot u, \quad (1)$$

де  $c$  – оцінка впевненості спостерігача (confidence);

$u$  – рівень невизначеності (uncertainty).

У нашому випадку в ролі спостерігача виступає аналітик, а його оцінками є певні судження і пов'язані з ними інтервали ймовірностей (Interval-valued probabilities). Наприклад, якщо за підсумками вивчення певної ситуації аналітик вважає найвірогіднішим номінальне судження, що має ранг  $r$ , то в такому разі, базуючись на (1), точкова суб'єктивна ймовірність  $p_r$  настання передбачуваної події може бути обчислена за формулою:

$$p_r = (1 - \sigma_r) \cdot \mu_r + 0,5 \cdot \sigma_r, \quad (2)$$

де  $\mu_r$  – середнє значення;  $\sigma_r$  – середньоквадратичне відхилення (СКВ)  $r$ -го інтервального числа.

Нехай  $C = [c^-, c^+]$  – будь-який з  $R$  інтервалів імовірностей із середнім:

$$\mu = \frac{c^- + c^+}{2}. \quad (3)$$

Як показано у [21], а також підтверджується графіками розподілів на *рисунку 1*, є підстави вважати, що будь-яке значення в межах інтервалу може бути представлене випадковою величиною, розподіленою за нормальним законом. Якщо скористатися відомим з теорії ймовірностей [22] правилом відхилень  $\pm 3\sigma$  для нормального закону, тоді величина СКВ, розрахована за формулою

$$\sigma = \frac{c^- + c^+}{6}, \quad (4)$$

відображає ширину будь-якого інтервалу ймовірності  $[c^-, c^+] \cong [\mu - 3\sigma, \mu + 3\sigma]$  з точністю до 99,73%.

Результати калібрування номінальних суджень шкали ICD 203 у точкові суб'єктивні ймовірності з використанням формули (2) наведені в *таблиці 2*.

Реалізацію розробленого когнітивного підходу розгляньмо на прикладі вирішення типового завдання.

### Реалізація когнітивного підходу

Нехай від джерела надійшла оперативна інформація про активізацію підготовки противника до наступу. У зв'язку із цим поставлене завдання перевірити за допомогою супутникового знімання можливий факт перегрупування ворожих військ. Необхідні знімки були отримані, і з огляду на важливість установалення намірів противника було прийнято рішення залучити до аналізу супутникових знімків двох дешифрувальників, які працюють роздільно.

Під час виконання поставленого завдання певну проблему становить те, що залучені дешифрувальники звикли під час складання легенди (результатів свого аналізу) користуватися різними шкалами. Перший дешифрувальник у своїх оцінках звик користуватися шкалою ICD 203, а другий дешифрувальник працює в 6-ранговій шкалі Defence Intelligence (*табл. 3*).

Розгляньмо, як можна вирішити поставлене завдання за допомогою запропонованого когнітивного підходу.

По-перше, потрібно знати, яких саме висновків дійшов у результаті аналізу супутникових знімків кожен з дешифрувальників. Припустімо, що перший дешифрувальник дійшов висновку, що реальність відбуття процесу перегрупування ворожих військ може бути охарактеризована судженням «Very likely» (має ранг  $r = 6$  за шкалою ICD 203), а другий дешифрувальник дійшов висновку про судження «Realistic possibility» (має ранг  $r = 3$  за шкалою Defence Intelligence).

Кожне із зазначених номінальних суджень має відповідну інтервальну ймовірність, а саме:  $[0,80; 0,95]$  для судження «Very likely» (див. *табл. 1*) і  $[0,25; 0,50]$  для судження «Realistic possibility» (див. *табл. 3*).

Прості розрахунки за формулами (3) і (4) дають, що інтервал  $[0,80; 0,95]$  має такі параметри: середнє  $\mu^{(1)} \approx 0,88$  і СКВ  $\sigma^{(1)} \approx 0,03$ , а інтервал  $[0,25; 0,50]$  – середнє  $\mu^{(2)} \approx 0,38$  і СКВ  $\sigma^{(2)} \approx 0,04$ .

Підставляючи розраховані значення до формули (2), обчислюємо дві точкові суб'єктивні ймовірності:

$$p^{(1)} = (1 - \sigma^{(1)}) \cdot \mu^{(1)} + 0,5 \cdot \sigma^{(1)} = (1,0 - 0,03) \cdot 0,88 + 0,5 \cdot 0,03 \approx 0,87 \quad (5)$$

Таблиця 2

| Likelihood  | Almost no chance | Very unlikely | Unlikely | Roughly even chance | Likely | Very likely | Almost certainly |
|-------------|------------------|---------------|----------|---------------------|--------|-------------|------------------|
| Probability | 0,03             | 0,13          | 0,33     | 0,50                | 0,67   | 0,87        | 0,97             |

Таблиця 3

| Likelihood  | Highly unlikely | Unlikely     | Realistic possibility | Likely       | Very likely  | Almost certain |
|-------------|-----------------|--------------|-----------------------|--------------|--------------|----------------|
| Probability | (0,00; 0,10]    | [0,15; 0,20] | [0,25; 0,50]          | [0,55; 0,70] | [0,75; 0,85] | [0,90; 1,00]   |
| Rank (r)    | 1               | 2            | 3                     | 4            | 5            | 6              |

за результатами роботи першого дешифрувальника і

$$p^{(2)} = (1 - \sigma^{(2)}) \cdot \mu^{(2)} + 0,5 \cdot \sigma^{(2)} = (1,0 - 0,04) \cdot 0,38 + 0,5 \cdot 0,04 \approx 0,38 \quad (6)$$

за результатами роботи другого дешифрувальника.

У разі незалежної роботи дешифрувальників спільна ймовірність позитивного висновку про перегруповання ворожих військ пропорційна добутку зазначених ймовірностей [20, 23]:

$$P \sim p^{(1)} \cdot p^{(2)} = 0,87 \cdot 0,38 \approx 0,33. \quad (7)$$

Залишається порівняти обчислене значення із заданим порогом  $\Pi$  і після цього прийняти рішення. Якщо, зокрема, задано  $\Pi = 0,5$ , то очевидно, що об'єднаний висновок дешифрувальників про перегруповання ворожих військ буде негативним.

Запропонований когнітивний підхід був реалізований у вигляді програмного продукту «Конвертор номінальних суджень аналітика розвідувальної інформації у точкові суб'єктивні ймовірності». Програма призначена для фахівців-аналітиків і дешифрувальників силових відомств у частині виконання обов'язків за посадою.

Програму розроблено в інтерпретованій об'єктно-орієнтованій мові програмування високого рівня зі строгою динамічною типізацією Python (версія 3.10.4) з використанням таких бібліотек: tkinter (графічна бібліотека, призначена для створення програм з віконним інтерфейсом), matplotlib (бібліотека для візуалізації даних двовимірною 2D графікою), sqlite3 (полегшена реляційна система керування базами даних, втілена у вигляді бібліотеки) та numpy (підтримує великі багатовимірні масиви і матриці, разом з великою бібліотекою високорівневих математичних функцій для операцій із цими масивами).

Головне вікно програми, яке відображає меню, показане на *рисунку 3*.

За допомогою програми фахівець-аналітик може виконувати такі операції:

1. Вводити дані (задається множина лексикографічно впорядкованих словесних суджень), такі, як:

- назва стандарту/словника (ICD 203, Defence Intelligence Lexicon тощо);

- судження (з випадуючого списку можна обрати основні судження, які використовують країни НАТО: «Almost no chance», «Very unlikely», «Highly unlikely», «Unlikely», «Roughly even chance», «Realistic possibility», «Likely», «Very likely», «Almost certainly», «Almost certain»);

- ранг (з випадуючого списку обирається відповідний ранг: «1», «2», «3», «4», «5», «6», «7»);

- інтервальна ймовірність (з випадуючого списку, залежно від обраного стандарту/словника можна обрати такі значення: «0,01–0,05», «0,00–0,10», «0,05–0,20», «0,15–0,20», «0,20–0,45», «0,25–0,50», «0,45–0,55», «0,55–0,70», «0,55–0,80», «0,75–0,85», «0,80–0,95», «0,95–0,99», «0,90–1,00»);

- середнє значення (відповідно до обраного словника / стандарту, судження та рангу за виразом  $\mu = \frac{c^- + c^+}{2}$  обраховуємо значення  $\mu_r$  та вносимо його у відповідну позицію);

- середньоквадратичне відхилення (відповідно до обраного словника/стандарту, судження та рангу за виразом  $\sigma = \frac{c^- + c^+}{6}$  обраховуємо значення  $\sigma_r$  та вносимо його у відповідну позицію);

- ймовірність (за формулою  $p_r = (1 - \sigma_r) \cdot \mu_r + 0,5 \cdot \sigma_r$  висловлене фахівцем-аналітиком номінальне судження конвертується в точкову оцінку ймовірності та вноситься у відповідну позицію).

2. Редагувати (обравши необхідну позицію, де внесена множина лексикографічно упорядкованих словесних суджень, у разі необхідності (помилкове введення даних та/або ін.) можна внести правки).

| № з/п | Назва стандарту/словника | Судження              | Ранг | Достовірність | Середнє значення | Середньоквадратичне відхилення | Ймовірнісна оцінка достовірності |
|-------|--------------------------|-----------------------|------|---------------|------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| 15    | ICD 203                  | Very likely           | 6    | 0.80-0.95     | 0.875            | 0.025                          | 0.87                             |
| 16    | ICD 203                  | Almost no chance      | 1    | 0.01-0.05     | 0.03             | 0.007                          | 0.0332                           |
| 17    | Defence Intelligence     | Highly unlikely       | 1    | 0.00-0.10     | 0.05             | 0.017                          | 0.058                            |
| 18    | ICD 203                  | Very unlikely         | 2    | 0.05-0.20     | 0.125            | 0.025                          | 0.134                            |
| 19    | Defence Intelligence     | Unlikely              | 2    | 0.15-0.20     | 0.175            | 0.008                          | 0.178                            |
| 20    | ICD 203                  | Unlikely              | 3    | 0.20-0.45     | 0.325            | 0.042                          | 0.332                            |
| 21    | ICD 203                  | Roughly even chance   | 4    | 0.45-0.55     | 0.5              | 0.017                          | 0.5                              |
| 22    | Defence Intelligence     | Likely                | 4    | 0.55-0.70     | 0.625            | 0.025                          | 0.622                            |
| 23    | ICD 203                  | Likely                | 5    | 0.55-0.80     | 0.675            |                                |                                  |
| 24    | Defence Intelligence     | Very likely           | 5    | 0.75-0.85     | 0.8              |                                |                                  |
| 25    | ICD 203                  | Very likely           | 6    | 0.80-0.95     | 0.875            |                                |                                  |
| 26    | Defence Intelligence     | Almost certain        | 6    | 0.90-1.00     | 0.95             | 0.017                          | 0.943                            |
| 27    | ICD 203                  | Almost certainly      | 7    | 0.95-0.99     | 0.97             | 0.007                          | 0.967                            |
| 28    | Defence Intelligence     | Realistic possibility | 3    | 0.25-0.50     | 0.375            | 0.042                          | 0.38                             |
| 29    | ICD 203                  | Very likely           | 6    | 0.80-0.95     | 0.875            | 0.025                          | 0.86                             |

Рис. 3. Головне вікно (відображення бази даних множин лексикографічно впорядкованих словесних суджень)

3. Видалити позицію (в разі необхідності можна видалити непотрібну позицію з бази даних).

4. Знайти (в разі великої кількості даних можна здійснити пошук за назвою стандарту/словника).

5. Оновити (для відображення всієї множини лексикографічно впорядкованих словесних суджень під час проведення операцій з внесення правок, здійснення пошуку потрібної позиції натискаємо на кнопку «Оновити»).

### Висновки

Результати роботи аналітиків розвідувальної інформації можуть бути представлені у формі словесних суджень та/або в числовій формі. На даний час домінуючою формою представлення є словесні судження. У статті проаналізовані переваги й недоліки різних форм подання розвідувальної інформації.

Показано, що номінальний (нечисловий) підхід становить певні труднощі, зокрема в тих випадках, коли для прийняття рішення потрібне комбінування різних суджень. Тому авторами розроблений когнітивний підхід до калібрування номінальних суджень аналітика розвідувальної інформації, особливостями якого є персоніфікація процесу калібрування суджень і вихід на точкові суб'єктивні ймовірності.

Описаний зміст запропонованого когнітивного підходу, наведений приклад застосування підходу для розв'язання типової задачі. З метою автоматизації практичної реалізації когнітивного підходу розроблена програма «Конвертор номінальних суджень аналітика розвідувальної інформації в точкові суб'єктивні ймовірності». У подальшому планується розширити функціонал створеного програмного забезпечення.

### Перелік літератури

1. *McGlynn P.* Intelligence Analysis Fundamentals / P. McGlynn, G. Garner. – Boca Raton, FL : CRC Press, 2019. – xiii, 315 p.
2. Understanding and Intelligence Support to Joint Operations : Joint Doctrine Publication 2-00 (JDP 2-00) / Ministry of Defence, the Development, Concepts and Doctrine Centre. – 3<sup>rd</sup> Edition, Change 1. – Shrivenham : DCDC, 2011. – 155 p.
3. *Witteman C.* Evaluation of a verbal-numerical probability scale / C. Witteman, S. Renooij // Int. Journal of Approximate Reasoning. – 2003. – № 2 (33). – P. 117–131.
4. *Mandel D. R.* Accuracy of forecasts in strategic intelligence [Електронний ресурс] / D. R. Mandel, A. Barnes // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2014. – № 30 (111). – P. 10984–10989. – Режим доступу : <https://doi.org/10.1073/pnas.1406138111>.
5. The interpretation of IPCC probabilistic statements around the world [Електронний ресурс] / D. V. Budescu, H. H. Por, S. B. Broomell, M. Smithson // Nature Climate Change. – 2014. – № 4. – P. 508–512. – Режим доступу : <https://doi.org/10.1038/nclimate2194>.
6. Analytic Standards : Intelligence Community Directive 203 / Office of the Director of National Intelligence. – [Washington, D.C.] : ODNI, 2015. – 6 p.
7. Commanders Guide to Human Intelligence : Handbook. – № 12–17 / Center for Army Lessons Learned. – Fort Leavenworth, KS : CALL, 2012. – 42 p.
8. *Friedman J. A.* Assessing Uncertainty in Intelligence / J. A. Friedman, R. Zeckhauser // Intelligence and National Security. – 2012. – № 6 (27). – P. 824–847.
9. *Попов М. О.* Підхід до визначення достовірності розвідувальної інформації при наявності кількох джерел різної надійності / М. О. Попов, М. В. Топольницький, Р. Г. Стамбірська // Вісник військової розвідки. – 2020. – № 62. – С. 47–54.
10. *Budescu D. V.* Decisions based on numerically and verbally expressed uncertainties / D. V. Budescu, S. Weinberg, T. S. Wallsten // Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. – 1988. – № 2 (14). – P. 281–294.
11. *Wallsten T. S.* Understanding and using linguistic uncertainties / T. S. Wallsten, D. V. Budescu, I. Erev // Acta Psychologica. – 1988. – № 1–3 (68). – P. 39–52.
12. Revision of opinion with verbally and numerically expressed uncertainties / A. Rapoport, T. S. Wallsten, I. Erev, B. L. Cohen // Acta Psychologica. – 1990. – № 1 (74). – P. 61–79.
13. Measuring the vague meanings of probability terms / T. S. Wallsten, D. V. Budescu, A. Rapoport, et al. // Journal of Experimental Psychology: General. – 1986. – № 4 (115). – P. 348–365.
14. *Druzdzel M. J.* Verbal Uncertainty Expressions: Literature Review : Technical Report CMU-EPP-1990-03-02 / M. J. Druzdzel ; Department of Engineering and Public Policy, Carnegie Mellon University. – Pittsburgh, PA : CMU, 1989. – 12 p.
15. Improving the communication of uncertainty in climate science and intelligence analysis / E. H. Ho, D. V. Budescu, M. K. Dhami, D. R. Mandel // Behavioral Science & Policy. – 2015. – № 2 (1). – P. 43–55.
16. *Dhami M. K.* Words or numbers? Communicating probability in intelligence analysis [Електронний ресурс] / M. K. Dhami, D. R. Mandel // American Psychologist. – 2021. – № 3 (76). – P. 549–560. – Режим доступу : <https://doi.org/10.1037/amp0000637>.
17. Verbal probabilities: Very likely to be somewhat more confusing than numbers [Електронний ресурс] / B. C. Wintle, H. Fraser, B. C. Wills, et al. // PLOS ONE. – 2019. – № 4 (14). – e0213522. – Режим доступу : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213522>.
18. Defense Intelligence Lexicon DPV-2600-1828-86 / US Defense Intelligence Agency. – [Washington, D.C.] : GPO, 1986. – 135 p.
19. *Anscombe F. J.* A Definition of Subjective Probability / F. J. Anscombe, R. J. Aumann // The Annals of Mathematical Statistics. – 1963. – № 1 (34). – P. 199–205.
20. Detection of anti-personnel land-mines using sensor-fusion techniques / F. Cremer, J. Schavemaker, E. den Breejen, K. Schutte // Proc. of EuroFusion99, T. Windeatt and J. O'Brien, eds., Stratford-upon-Avon, UK, Oct., 1999. – P. 159–166.
21. *Ren A.* A novel approach based on preference-based index for interval bilevel linear programming problem [Електронний ресурс] / A. Ren, Y. Wang, X. Xue // Journal of Inequalities and Applications. – 2017. – Art. number 112. – Режим доступу : <https://doi.org/10.1186/s13660-017-1384-1>.
22. *Вентцель Е. С.* Теория вероятностей / Е. С. Вентцель. – 4-е изд., стер. – М. : Наука, 1969. – 576 с.
23. *Cremer F.* Sensor Data Fusion for Anti-Personnel Land-Mine Detection / F. Cremer, E. den Breejen, K. Schutte // Proc. of EuroFusion98, M. Bedworth, J. O'Brien (eds.), Great Malvern, UK, 1998. – P. 55–60.