

## Інформаційна технологія оцінювання достовірності візуальної інформації на основі узгодженого аналізу даних

У статті розглянуто задачу оцінювання забезпечення достовірності візуальних даних в інформаційних системах, що здійснюють їх обробку та аналіз на основі результатів, отриманих з різних джерел інформації. Актуальність дослідження зумовлена зростанням обсягів візуальної інформації, ускладненням методів її обробки та необхідністю формалізованого оцінювання ступеня узгодженості результатів, що формуються незалежними каналами аналізу. За відсутності таких механізмів підвищується ймовірність прийняття помилкових рішень, особливо в умовах зашумленості, неповноти та структурної неоднорідності даних.

Метою роботи є розробка та обґрунтування інформаційної технології узгодженого аналізу візуальних даних, яка забезпечує кількісну оцінку їх достовірності на основі формалізованої математичної моделі. Запропонований підхід ґрунтується на поетапній обробці вхідних даних, що включає нормалізацію результатів, їх порівняння за заданими критеріями та оцінювання ступеня узгодженості між джерелами інформації. Математична модель подана у вигляді послідовності взаємопов'язаних етапів, що дозволяє інтерпретувати її як алгоритмічний процес, придатний для програмної реалізації.

Отримані результати підтверджують можливість практичного застосування запропонованої інформаційної технології для перевірки достовірності візуальних даних.

**Ключові слова:** візуальні дані; узгоджений аналіз; достовірність інформації; інформаційна технологія; математична модель; обчислювальний експеримент; порівняння даних; узгодженість результатів; програмна реалізація; динамічне програмування.

**Актуальність теми.** Стрімкий розвиток систем комп'ютерного зору та інтелектуальної обробки даних зумовлює зростання обсягів візуальної інформації, що надходить з різних джерел і формується із застосуванням різних методів обробки. У таких умовах особливої актуальності набуває проблема забезпечення достовірності візуальних даних, оскільки похибки, шуми, втрати або неузгодженість результатів обробки можуть призводити до прийняття помилкових рішень у прикладних інформаційних системах.

Сучасні підходи до аналізу візуальних даних здебільшого орієнтовані на підвищення точності окремих алгоритмів розпізнавання або класифікації, проте недостатньо уваги приділяється задачам узгодженого аналізу результатів, отриманих різними методами або з різних каналів обробки. Відсутність формалізованих механізмів узгодження ускладнює оцінювання достовірності інформації та знижує надійність функціонування інтелектуальних систем у реальних умовах експлуатації.

У зв'язку з цим актуальним є розробка інформаційної технології, що забезпечує узгоджений аналіз візуальних даних та дозволяє здійснювати перевірку їх достовірності на основі порівняння, нормалізації та оцінювання узгодженості результатів обробки. Такий підхід створює передумови для підвищення надійності прийняття рішень та може бути використаний у широкому спектрі прикладних задач, зокрема в інтелектуальних інформаційних системах, системах моніторингу та автономних технічних комплексах.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій, на які спираються автори.** В сучасних дослідженнях значна увага приділяється математичному та алгоритмічному забезпеченню систем підтримки прийняття рішень, аналізу даних і підвищенню надійності інформаційних процесів [1, 2, 8]. Окремі роботи зосереджені на питаннях інформаційної безпеки, маршрутизації [9] та ефективності передавання даних в інформаційних мережах [3, 10], а також на використанні методів штучного інтелекту, нечіткої логіки та аналітичних платформ для обробки складних інформаційних масивів [4–7].

Водночас аналіз наведених публікацій показує, що питання узгодженого аналізу результатів, отриманих з різних джерел інформації, та формалізованої перевірки їх достовірності залишаються недостатньо дослідженими.

Зокрема, відсутні універсальні підходи до кількісного оцінювання узгодженості візуальних даних, що зумовлює актуальність розроблення інформаційної технології, заснованої на формалізованій математичній моделі, запропонованій у даній роботі.

**Метою статті** є розробка інформаційної технології узгодженого аналізу візуальних даних з метою перевірки їх достовірності в системах прийняття рішень.

**Викладення основного матеріалу.** У сучасних інформаційних системах обробка візуальних даних здійснюється із застосуванням різних методів аналізу та перетворення, що формують декілька незалежних представлень вихідної інформації. Такі представлення можуть відрізнятися за структурою, масштабом, рівнем узагальнення та чутливістю до завад, що ускладнює їх безпосереднє порівняння та інтеграцію. Внаслідок цього виникає необхідність у підходах, які дозволяють узгоджено аналізувати результати обробки візуальних даних з метою підвищення надійності подальшого використання інформації.

Однією з ключових проблем у зазначених системах є відсутність формалізованих механізмів оцінювання узгодженості результатів, отриманих різними методами обробки візуальних даних. У більшості випадків аналіз обмежується локальними показниками якості або емпіричними критеріями, що не забезпечує цілісного уявлення про достовірність сформованої інформації. Це знижує ефективність інформаційних процесів, особливо в умовах зашумленості даних, неповноти спостережень та динамічної зміни умов їх формування.

З метою усунення зазначених обмежень доцільним є застосування підходу, заснованого на узгодженому аналізі візуальних даних, який передбачає нормалізацію результатів обробки, їх порівняння за заданими критеріями та оцінювання ступеня узгодженості між ними. Реалізація такого підходу потребує формалізації вхідних даних, визначення показників узгодженості та побудови відповідних функціональних залежностей, що забезпечують кількісну оцінку достовірності інформації. Подальший розвиток запропонованого підходу здійснюється шляхом використання математичного апарату, який дозволяє формально описати процеси узгодженого аналізу та перевірки достовірності візуальних даних. Проведений аналіз сучасних методів модуляції та технологій обробки сигналів свідчить про необхідність адаптивного підходу до вибору параметрів системи залежно від умов каналу. Це забезпечує як підвищення завадостійкості, так і раціональне використання ресурсів інформаційних мереж.

Реалізація запропонованої моделі передбачає поетапну обробку вхідних даних із дотриманням визначених у попередньому підрозділі функціональних залежностей. Далі наведено послідовність етапів, що відображають логіку перетворення вхідних даних та переходу до кількісної оцінки їх узгодженості.

Крок 1. Вихідні дані. Задаються два потоки візуальних даних відео або послідовності кадрів, вирази (1) і (2) які представляють два незалежні джерела спостереження однієї або різних сцен. Кожна послідовність складається з кадрів (зображень) з певною кількістю елементів у відповідних наборах:

$$X = \{X_i\}_{i=1}^N, \quad (1)$$

$$Y = \{Y_j\}_{j=1}^M, \quad (2)$$

де  $X$  – перша послідовність зображень,  $Y$  – друга послідовність зображень,  $X_i$ ,  $Y_j$  – окремі зображення,  $N$ ,  $M$  – кількість елементів у відповідних послідовностях.

Крок 2. Уніфікація вхідних даних формалізована у вигляді рівнянь поданих у виразі (3), застосовується оператор  $T$ , який приводить усі потоки візуальних даних до єдиного представлення (розмір, колірний простір, нормалізація інтенсивностей тощо). Це необхідно для коректного порівняння, оскільки дані можуть відрізнятися параметрами зйомки або кодування.

$$\bar{X}_i = T(X_i), \bar{Y}_j = T(Y_j), \quad (3)$$

де  $T$  – оператор уніфікації вхідних даних, що забезпечує приведення зображень до єдиного формату представлення (масштаб, розмірність, колірний простір, нормалізація інтенсивності),  $\bar{X}_i$ ,  $\bar{Y}_j$  – нормалізовані зображення.

Крок 3. Маскування нерелевантних областей. Відповідно до співвідношень (4) і (5). До зображень застосовується бінарна маска  $M(x, y)$ , яка зануляє нерелевантні області кадру (написи, рамки, інтерфейсні елементи, засвітки). Це знижує вплив сторонніх компонентів та концентрує аналіз на інформативних ділянках зображення.

$$\tilde{X}_i(x, y) = M(x, y)\bar{X}_i(x, y), \quad (4)$$

$$\tilde{Y}_j(x, y) = M(x, y)\bar{Y}_j(x, y), \quad (5)$$

де  $M(x, y) \in \{0, 1\}$  – бінарна маска,  $\tilde{X}_i$ ,  $\tilde{Y}_j$  – зображення після маскування.

Крок 4. Стохастичне перетворення. Вводиться випадкове перетворення зображення  $\Phi$  представлене у виразі (6), що моделює допустимі варіації (геометричні, фотометричні або структурні зміни). Розподіл  $P$  задає припустимий простір таких варіацій, що дозволяє формувати інваріантні ознаки.

$$\Phi \sim P. \quad (6)$$

Крок 5. Базовий дескриптор наведений у виразі (7), де визначається функція  $f$ , яка відображає зображення у вектор ознак. Дескриптор може бути реалізований різними способами (структурні ознаки, ембеддинги, комбіновані вектори), але в рамках математичного апарату розглядається узагальнено як перехід у простір ознак.

$$u = f(I), \quad (7)$$

де  $u \in R^D$  – вектор ознак,  $I$  – вхідне зображення або його нормалізоване представлення після попередніх етапів обробки;  $u$  – вектор ознак, що характеризує структурні та інформативні властивості зображення;  $R^D$  – евклідов простір ознак, у якому кожна координата відповідає окремому дескриптору або компоненті ознакового представлення.

Крок 6. Інваріантне подання. Формується інваріантний вектор  $z(I)$ , який визначається виразом (8) як математичне очікування ознак після випадкових перетворень. Інваріантне представлення отримується шляхом усереднення вектора ознак за множиною допустимих перетворень.

$$z(I) = E_{\Phi} [f(\Phi(I))], \quad (8)$$

де  $z(I)$  – інваріантний вектор ознак,  $E_{\Phi}$  – математичне очікування.

Крок 7. Дискретна оцінка очікування. Згідно з виразом (9), математичне очікування апроксимується скінченною сумою, використовується наближення методом Монте-Карло: обчислюються ознаки для  $K$  реалізацій перетворень  $\Phi_k$  і усереднюються.

$$z(I) \approx \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K f(\Phi_k(I)), \quad (9)$$

де  $\Phi_k$  – реалізація випадкового перетворення,  $K$  – кількість реалізацій.

Крок 8. Оцінка невизначеності. Оцінюється коваріаційна матриця  $\Sigma(I)$  наведена у виразі (10), яка характеризує розкид ознак при варіації перетворень. Це дозволяє формально врахувати, що для «складних» кадрів ознаки менш стабільні, а для «якісних» – більш надійні.

$$\Sigma(I) = \frac{1}{K-1} \sum_{k=1}^K (u_k - z)(u_k - z)^T, \quad (10)$$

$$u_k = f(\Phi_k(I)).$$

Крок 9. Скалярна міра нестабільності. З матриці  $\Sigma(I)$  формується скалярна міра  $\nu(I)$  (через слід), яка використовується як компактна оцінка ступеня невизначеності (нестабільності) дескриптора для конкретного кадру, що обчислюється відповідно до виразу (11).

$$\nu(I) = \text{tr}(\Sigma(I)), \quad (11)$$

де  $\nu(I)$  – індекс нестабільності ознак.

Крок 10. Метрика подібності з урахуванням невизначеності наведена у виразі (12), де для кожної пари кадрів визначається відстань у просторі ознак з урахуванням коваріацій  $\Sigma_i^X$ ,  $\Sigma_j^Y$ . Регуляризаційний параметр  $\lambda$  забезпечує чисельну стійкість обернення матриці.

$$d_{ij} = (z_i^X - z_j^Y)^T (\Sigma_i^X + \Sigma_j^Y + \lambda I)^{-1} (z_i^X - z_j^Y). \quad (12)$$

Крок 11. Функція подібності. Відстань переводиться у міру подібності через експоненційну функцію, що визначається у виразі (13). Параметр  $\alpha$  задає масштаб чутливості: при великих  $\alpha$  подібність швидше спадає з ростом відстані.

$$s_{ij} = \exp(-\alpha d_{ij}). \quad (13)$$

Крок 12. Матриця подібності. Для всіх пар формується матриця  $S$ , яка описує глобальну картину наскільки кожен кадр з  $X$  подібний до кожного кадру з  $Y$ . Ця матриця є основою для задачі узгодження послідовностей, яка визначається у виразі (14).

$$S = [s_{ij}]_{i=1..N, j=1..M}. \quad (14)$$

Крок 13. Матриця вартостей, математичний вираз якої наведено у формулі (15), де для застосування динамічного програмування подібності переводяться у вартості (чим більша подібність – тим менша вартість). Додатне число  $\varepsilon$  запобігає проблемам логарифмування нуля.

$$C_{ij} = -\log(s_{ij} + \varepsilon). \quad (15)$$

Крок 14. Динамічне програмування. Обчислюється матриця кумулятивних вартостей, де кожен елемент відповідає мінімальній сумарній вартості узгодження для префіксів послідовностей. Мінімізація за трьома варіантами переходу дозволяє враховувати пропуски, вставки та локальні зсуви у часі, як це формалізовано у виразі (16).

$$D_{ij} = C_{ij} + \min\{D_{i-1,j}, D_{i,j-1}, D_{i-1,j-1}\}. \quad (16)$$

Крок 15. Оптимальний шлях наведений у виразі (17), де обрана відповідність визначається як шлях у матриці  $C$ , який мінімізує сумарну вартість. Таким чином знаходиться найкраще узгодження індексів кадрів двох послідовностей за критерієм максимальної сумарної подібності.

$$\pi^* = \arg \min_{\pi} \sum_{(i,j) \in \pi} C_{ij}, \quad (17)$$

$\pi^*$  – оптимальна відповідність індексів.

Крок 16. Інтегральний показник відповідності. На основі знайденого оптимального шляху обчислюється інтегральний показник  $S^*$ , що визначається у виразі (18), який є нормованим середнім значенням подібності уздовж узгоджених пар кадрів. Це компактний критерій «наскільки в цілому узгоджуються дві послідовності».

$$S^* = \frac{1}{|\pi^*|} \sum_{(i,j) \in \pi^*} s_{ij}. \quad (18)$$

Крок 17. Достовірність. Показник  $S^*$  калібрується у значення достовірності  $R \in (0,1)$  за допомогою логістичної функції, що визначається формулою (19). Параметр  $\tau$  задає поріг,  $\beta$  керує різкістю переходу від низької до високої достовірності.

$$R = \frac{1}{1 + \exp(-\beta(S^* - \tau))}, \quad (19)$$

де  $\beta$  – параметр,  $\tau$  – порогове значення.

Крок 18. Правило прийняття рішення. Вираз (20) формалізує критерій класифікації: якщо  $S^*$  не менше порогу  $\tau$ , приймається гіпотеза  $H_0$  (узгодження/відповідність), інакше –  $H_1$  (невідповідність). Це дозволяє отримати як бінарний результат, так і числову оцінку  $R$ .

$$H = \begin{cases} H_0, & S^* \geq \tau \\ H_1, & S^* < \tau. \end{cases} \quad (20)$$

Запропонована математична модель формалізує процес узгодженого аналізу візуальних даних шляхом послідовного виконання етапів нормалізації, порівняння та оцінювання узгодженості результатів обробки. Отримана модель дозволяє перейти від якісного опису достовірності інформації до її кількісного оцінювання на основі заданих показників та функціональних залежностей. Таким чином, модель створює єдину формальну основу для аналізу результатів, отриманих різними методами обробки візуальних даних, незалежно від їх внутрішньої структури.

Особливістю запропонованої моделі є її орієнтація на поетапну реалізацію, що забезпечує можливість прямого відображення кожного теоретичного кроку у відповідні обчислювальні процедури. Послідовність дій, визначена в межах математичного апарату, дозволяє інтерпретувати модель як алгоритмічний процес, придатний для програмної реалізації та подальшої експериментальної перевірки. Це створює передумови для використання моделі в рамках інформаційних технологій аналізу та перевірки достовірності візуальних даних.

З метою підтвердження працездатності та адекватності запропонованої математичної моделі було проведено обчислювальний експеримент із використанням програмної реалізації мовою Python. Експеримент спрямований на перевірку коректності реалізації окремих етапів моделі, аналіз поведінки показників узгодженості при зміні вхідних даних та оцінювання можливостей практичного застосування запропонованого підходу.

У межах обчислювального експерименту використовувалися два незалежні набори візуальних даних, представлені у вигляді послідовностей цифрових зображень. Перший набір містив 30 кадрів ( $N = 30$ ), другий – 12 кадрів ( $M = 12$ ). Обидві послідовності сформовано з різною тривалістю спостереження та різною частотою дискретизації, що обумовлює відмінність їх обсягу.

Структурна відмінність наборів даних полягає у різних параметрах представлення: розмірі зображень, інтенсивнісних характеристиках та можливих варіаціях умов зйомки (масштаб, освітлення, незначні геометричні зміни). Такий вибір дозволяє моделювати реальні умови, за яких джерела інформації можуть відрізнятися за технічними характеристиками.

Для забезпечення коректного порівняння даних застосовано процедуру уніфікації, що приводить обидві послідовності до єдиного формату представлення. Вибір саме таких фрагментів зумовлений необхідністю перевірки працездатності запропонованої математичної моделі в умовах різної довжини послідовностей та наявності структурних відмінностей між джерелами інформації. Це дозволяє оцінити здатність моделі здійснювати узгодження даних навіть за неповної відповідності їх параметрів.

Програмна реалізація включає процедури формування ознакових представлень, їх нормалізації та подальшого узгодженого аналізу відповідно до розробленого математичного апарату. Для оцінювання

ступеня узгодженості між двома джерелами інформації використано показники, що характеризують як глобальну схожість, так і локальні відповідності між фрагментами даних.

Результати експерименту подано на рисунку 1 у вигляді сукупності числових показників, зокрема кількості кадрів у кожному джерелі ( $N\_frames = 30$ ,  $M\_frames = 12$ ), значення узагальненого критерію узгодженості  $S^*$ , коефіцієнта відносної відповідності  $R$ , а також параметрів оптимального шляху узгодження, отриманого в процесі порівняння ( $dtw\_cost$ ,  $path\_len$ ). Крім того, визначено інтервал узгодженого сегмента одного з джерел інформації ( $matched\_segment\_Y = (0, 11)$ ), що свідчить про наявність локальної відповідності між аналізованими даними. Отримані результати підтверджують можливість практичної реалізації запропонованої математичної моделі та демонструють її придатність для кількісного оцінювання ступеня узгодженості візуальних даних, отриманих з різних джерел.

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\admin>cd C:\Users\admin\AppData\Local\Programs\Python\Python312\video_compare
C:\Users\admin\AppData\Local\Programs\Python\Python312\video_compare>python compare.py
{"N_frames": 30, "M_frames": 12, "S_star": 9.257001387652508e-09, "R": 0.001358520101133805, "matched_segment_Y": (0, 11), "dtw_cost": 589.5152997970581,
C:\Users\admin\AppData\Local\Programs\Python\Python312\video_compare>
C:\Users\admin\AppData\Local\Programs\Python\Python312\video_compare>
    
```

Рис. 1. Результати експерименту з порівняння візуальних даних двох джерел інформації

Отримані результати свідчать про можливість кількісного оцінювання ступеня узгодженості між двома джерелами візуальних даних, що відрізняються за обсягом і структурою. Значення показників, отриманих у процесі експерименту, дозволяють не лише оцінити загальний рівень відповідності даних, але й визначити локальні сегменти, у межах яких спостерігається найбільша узгодженість. Це підтверджує коректність програмної реалізації запропонованої математичної моделі та її придатність для практичного використання в задачах перевірки достовірності візуальної інформації.

Для наочної інтерпретації результатів узгодженого аналізу на рисунку 2–4 наведено 3D-візуалізацію локальних розбіжностей між двома джерелами даних.

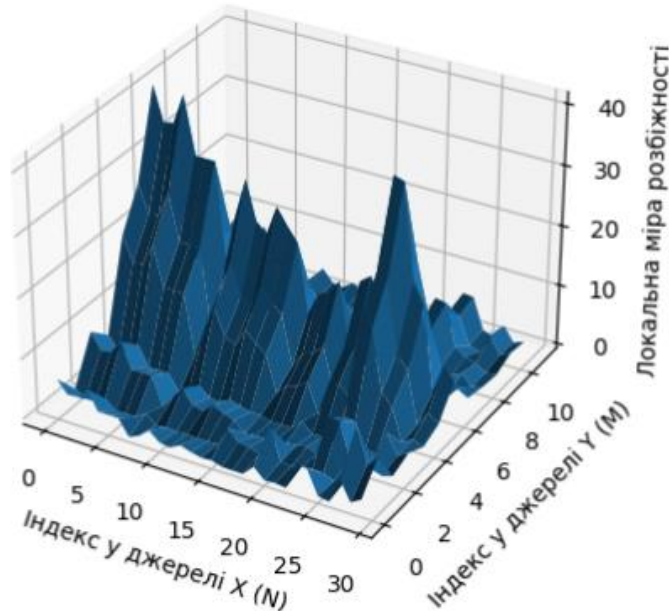


Рис. 2. Поверхня локальних розбіжностей між двома джерелами даних

На рисунку 2 наведено поверхню локальних розбіжностей між двома джерелами даних, що відображає характер їх взаємної відповідності. Мінімальні значення міри розбіжності формують області локальної узгодженості, що корелює з виділеними узгодженими сегментами. Наведена демонстрація підтверджує працездатність запропонованої математичної моделі та доцільність її програмної реалізації.

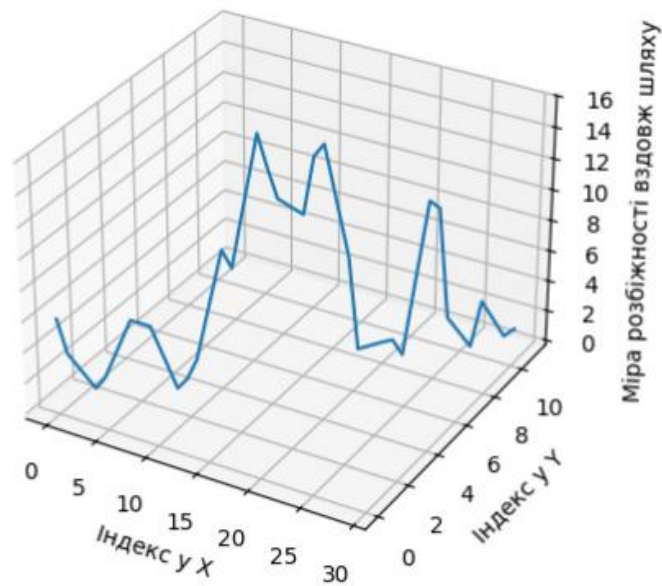


Рис. 3. Траєкторія узгодження, що відображає зіставлення елементів двох джерел даних

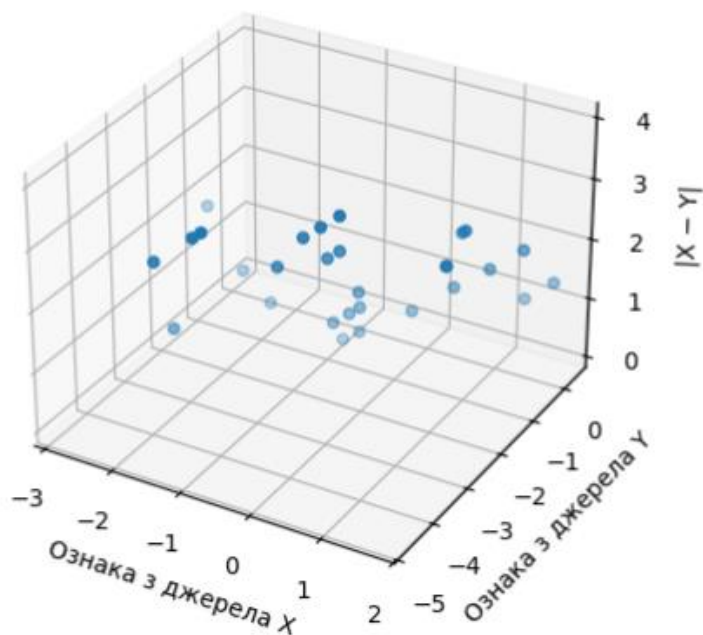


Рис. 4. Розподіл відповідностей між двома джерелами даних за ознаковими значеннями

Наведена 3D-візуалізація відображає характер узгодження між двома джерелами даних та дозволяє ідентифікувати області мінімальної та підвищеної розбіжності, що узгоджується з розрахованими інтегральними показниками (зокрема, значеннями  $S^*$ ,  $R$  та  $dtw\_cost$ ). Таким чином, візуалізація підтверджує працездатність алгоритмічної реалізації моделі та забезпечує інтерпретованість результатів експерименту.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** У статті запропоновано інформаційну технологію узгодженого аналізу візуальних даних, що ґрунтується на формалізованій математичній моделі та забезпечує кількісну оцінку їх достовірності. Розроблений підхід дозволяє узгоджено аналізувати результати, отримані з двох незалежних джерел інформації, та переходити від якісного порівняння даних до формального оцінювання ступеня їх відповідності.

Запропонований підхід реалізовано у вигляді програмного алгоритму мовою Python, що підтверджує можливість його практичного застосування. Проведений обчислювальний експеримент продемонстрував

працездатність розробленого підходу, а отримані числові показники та візуалізація результатів узгодження дозволили наочно інтерпретувати процес зіставлення даних і виявити локальні сегменти підвищеної узгодженості між джерелами інформації.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з розширенням запропонованої інформаційної технології на випадок аналізу більшої кількості джерел даних, удосконаленням критеріїв оцінювання узгодженості та адаптацією математичної моделі до роботи в умовах зростаючих обсягів даних і динамічної зміни їх характеристик. Крім того, доцільним є дослідження можливостей інтеграції запропонованого підходу в прикладні інформаційні системи для підвищення надійності та обґрунтованості процесів прийняття рішень.

#### Список використаної літератури:

1. Decision support systems: mathematical support / S.Kashkevich (eds.). – Kharkiv : Teshnology senter PC, 2025. – 202 p. DOI: 10.15587/978-617-8360-13-9.
2. Удосконалення моделі безпечної маршрутизації в програмно-конфігурованих мережах / Г.А. Плехова, С.М. Неронов, М.В. Костікова, С.О. Каушкевич // *Біоніка інтелекту*. – 2024. – № 1 (100). – С. 50–57. DOI: 10.30837/bi.2024.1(100).07.
3. Stallings W. *Cryptography and Network Security: Principles and Practice* / W.Stallings. – 8th ed. – Pearson, 2023. – 752 p.
4. Improvement of the solution search method based on the cuckoo algorithm / B.A. Mohammed, O.Zhuk, R.Vozniak and other // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2023. – Vol. 2, № 4 (122). – P. 23–30. DOI: 10.15587/1729-4061.2023.277608.
5. Chen H. Evaluation of Personalized Service Level for Library Information Management Based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process / H.Chen // *Procedia Computer Science*. – 2018. – Vol. 131. – P. 952–958. DOI: 10.1016/j.procs.2018.04.233.
6. The Creation of the Database for Mobile Robots Navigation under the Conditions of Flexible Change of Flight Assignment / N.Yeromina, V.Kurban, S.Mykus and other // *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. – 2021. – Vol. 11, Issue 05. – P. 37–41. DOI: 10.46338/ijetae0521\_05.
7. Developing a data analytics platform to support decision making in emergency and security management / C.J. Pérez-González, M.Colebrook, J.L. Roda-García, C.B. Rosa-Remedios // *Expert Systems with Applications*. – 2019. – Vol. 120. – P. 167–184. DOI: 10.1016/j.eswa.2018.11.023.
8. The development of methods of learning artificial neural networks of intelligent decision-making support systems / S.Kashkevich, H.Kuchuk, G.Plekhova and other // *Information and control systems: modelling and optimizations* : collective monograph. – Kharkiv : Teshnology senter PC, 2024. – P. 102–136. DOI: 10.15587/978-617-8360-04-7.ch4.
9. Yudina L.H. Theoretical aspects of information exchange in unmanned aerial vehicle networks / L.H. Yudina, O.P. Nechiporuk // *Сучасні тенденції розвитку системного програмування : тези доповідей науково-практичної конференції, 20–21 листопада*. – К., 2025. – 10 с.
10. Ластівка О.І. Дослідження ефективності модуляційних методів для забезпечення якості передачі даних в інформаційних мережах / О.І. Ластівка, О.П. Нечипорук // *Технічна інженерія*. – 2025. – № 2 (96). – С. 101–107. DOI: 10.26642/ten-2025-2(96)-101-107.

#### References:

1. Kashkevich, S. (ed.) (2025), *Decision support systems: mathematical support*, Teshnology senter PC, Kharkiv, 202 p., doi: 10.15587/978-617-8360-13-9.
2. Plekhova, H.A., Neronov, S.M., Kostikova, M.V. and Kashkevych, S.O. (2024), «Udoskonalennia modeli bezpechnoi marshrutyzatsii v programno-konfigurovanykh mrezhakh», *Bionika intelektu*, No. 1 (100), pp. 50–57, doi: 10.30837/bi.2024.1(100).07.
3. Stallings, W. (2023), *Cryptography and Network Security: Principles and Practice*, 8th ed., Pearson, 752 p.
4. Mohammed, B.A., Zhuk, O., Vozniak, R. et al. (2023), «Improvement of the solution search method based on the cuckoo algorithm», *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 2, No. 4 (122), pp. 23–30, doi: 10.15587/1729-4061.2023.277608.
5. Chen, H. (2018), «Evaluation of Personalized Service Level for Library Information Management Based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process», *Procedia Computer Science*, Vol. 131, pp. 952–958, doi: 10.1016/j.procs.2018.04.233.
6. Yeromina, N., Kurban, V., Mykus, S. et al. (2021), «The Creation of the Database for Mobile Robots Navigation under the Conditions of Flexible Change of Flight Assignment», *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, Vol. 11, Issue 05, pp. 37–41, doi: 10.46338/ijetae0521\_05.
7. Pérez-González, C.J., Colebrook, M., Roda-García, J.L. and Rosa-Remedios, C.B (2019), «Developing a data analytics platform to support decision making in emergency and security management», *Expert Systems with Applications*, Vol. 120, pp. 167–184, doi: 10.1016/j.eswa.2018.11.023.
8. Kashkevich, S., Kuchuk, H., Plekhova, G. et al. (2024), «The development of methods of learning artificial neural networks of intelligent decision-making support systems», *Information and control systems: modelling and optimizations*, collective monograph, Teshnology senter PC, Kharkiv, pp. 102–136, doi: 10.15587/978-617-8360-04-7.ch4.
9. Yudina, L.H. and Nechiporuk, O.P. (2025), «Theoretical aspects of information exchange in unmanned aerial vehicle networks», *Suchasni tendentsii rozvytku systemnoho prohramuvannia, tezy dopovidei naukovo-praktychnoi konferentsii, 20–21 lystopada*, K., 10 p.

10. Lastivka, O.I. and Nechyporuk, O.P. (2025), «Doslidzhennia efektyvnosti moduliatsiinykh metodiv dlia zabezpechennia yakosti peredachi danykh v informatsiinykh merezhakh», *Tekhnichna inzheneriia*, No. 2 (96), pp. 101–107, doi: 10.26642/ten-2025-2(96)-101-107.

**Кашкевич** Світлана Олександрівна – старший викладач кафедри інтелектуальних кібернетичних систем Національного університету «Київський авіаційний інститут».

<https://orcid.org/0000-0001-7496-8418>.

Наукові інтереси:

- інформаційні системи;
- штучний інтелект у мережевих технологіях.

**Юдіна** Людмила Геннадіївна – аспірант спеціальності 122 Комп'ютерні науки «Національного університету «Київський авіаційний інститут».

<https://orcid.org/0000-0001-5008-4116>.

Наукові інтереси:

- інформаційні системи;
- системи підтримки прийняття рішень.

**Kashkevych S.O., Yudina L.G.**

**Information technology for the reliability of visual information based on coordinated data analysis**

The article considers the scientific problem of ensuring the reliability of visual data in information systems that process and analyse it based on results obtained from various sources of information. The relevance of the study is due to the growth in the volume of visual information, the complexity of its processing methods, and the need for formalised assessment of the degree of consistency of results generated by independent analysis channels. In the absence of such mechanisms, the probability of making wrong decisions increases, especially in conditions of noise, incompleteness, and structural heterogeneity of data.

The aim of the work is to develop and substantiate an information technology for the consistent analysis of visual data, which provides a quantitative assessment of their reliability based on a formalised mathematical model. The proposed approach is based on the step-by-step processing of input data, which includes normalising the results, comparing them according to specified criteria, and assessing the degree of consistency between information sources. The mathematical model is presented as a sequence of interrelated steps, which allows it to be interpreted as an algorithmic process suitable for software implementation.

The results obtained confirm the possibility of practical application of the proposed information technology for verifying the reliability of visual data.

**Keywords:** visual data; coordinated analysis; reliability of information; information technology; mathematical model; computational experiment; data comparison; consistency of results; software implementation; dynamic programming.

Стаття надійшла до редакції 10.12.2025.