

DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2026-63-17>

УДК 004.9

Дідок Володимир Олегович, старший лаборант, магістр

<https://orcid.org/0009-0001-0453-1808>

Пан Микола Павлович, к.т.н., професор

<https://orcid.org/0000-0001-7137-5174>

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, м. Харків, Україна

## МУЛЬТИАГЕНТНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ПОДІЙ У ВІДКРИТИХ ДАНИХ: МОДЕЛЬ ТА ПРОЦЕДУРНА АПРОБАЦІЯ

**Дідок В.О., Пан М.П. Мультиагентна система моніторингу подій у відкритих даних: модель та процедурна апробація.** У статті обґрунтовано структурно-функціональну модель мультиагентної системи моніторингу подій у відкритих даних. Актуальність дослідження зумовлена зростанням потоків новин, офіційних повідомлень, регуляторних розкриттів і соціальних сигналів, що можуть впливати на ринкові очікування, секторні ризики та аналітичні рішення. Метою роботи є обґрунтування структурно-функціональної моделі мультиагентної системи, формалізація процедури формування пояснюваного індикатора геополітичної напруженості та процедурна апробація логіки роботи моделі на демонстраційному сценарії. Методологія ґрунтується на розподілі функцій між агентами збору даних, попередньої обробки, виділення сутностей і подій, оцінювання достовірності, інтегрального аналізу та узагальнення. Модель розмежовує фактичні події, очікування, реакції та спекулятивні повідомлення, а причинні зв'язки розглядає як імовірні залежності, що потребують перевірки. Визначено входи й виходи агентів, запропоновано шкали оцінювання інтенсивності, новизни, достовірності та ринкової релевантності, а також набір метрик для подальшої валідації. Наведено процедурну апробацію на демонстраційному сценарії, яка показує проходження відкритого повідомлення через функції агентів, присвоєння оцінок компонентам індикатора та перетворення повідомлення на пояснюваний аналітичний сигнал. Наукова новизна полягає в поєднанні агентної координації, оцінювання достовірності, нормованого індикатора та текстового пояснення в межах одного контуру. Результатом моделі є не автоматичний ціновий прогноз, а інструмент пріоритизації сигналів для аналітика. Практична цінність полягає у можливості застосування підходу в енергетичних, логістичних, інфраструктурних і фінансово-аналітичних сценаріях.

**Ключові слова:** мультиагентна система, моніторинг, подія, відкриті дані, новина, ринок, геополітичний ризик, індикатор, достовірність, процедурна апробація.

**Didok V., Pan M. Multi-agent system for monitoring events in open data: model and procedural evaluation.** The paper substantiates a structural and functional model of a multi-agent system for monitoring events in open data. The relevance of the study is determined by the growth of news feeds, official statements, regulatory disclosures and social signals that may influence market expectations, sectoral risks and analytical decisions. The objective of the paper is to substantiate a structural and functional model of a multi-agent system, formalize the procedure for generating an interpretable indicator of geopolitical tension and procedurally evaluate the logic of the model using a demonstration scenario. The methodology is based on functional decomposition between agents for data collection, preprocessing, entity and event extraction, credibility assessment, integral analysis and summarization. The paper defines agent inputs and outputs, proposes scales for assessing intensity, novelty, credibility and market relevance, and outlines metrics for further validation. A procedural evaluation is presented through a demonstration scenario. It shows how an open message passes through the agent sequence, receives component scores and is transformed into an interpretable analytical signal. The result of the model is not an automatic price forecast, but a tool for prioritizing signals for an analyst. The practical value lies in possible application to energy, logistics, infrastructure and financial analytical scenarios.

**Keywords:** multi-agent system, monitoring, event, open data, news, market, geopolitical risk, indicator, credibility, procedural evaluation.

**Постановка проблеми.** Стрімке зростання обсягів відкритої цифрової інформації змінює характер аналітичної роботи у фінансовій, енергетичній, транспортній та безпековій сферах. Потіки новин, офіційних повідомлень, регуляторних розкриттів, публічних заяв посадових осіб і дописів у соціальних мережах створюють середовище, у якому значущі сигнали з'являються раніше, ніж їх встигають системно інтерпретувати люди. Водночас оприлюднені новини та пов'язані з ними інформаційні імпульси можуть впливати на фінансові ринки, тому проблема раннього виявлення таких подій має не лише теоретичне, а й прикладне значення [1].

Ручний аналіз відкритих потоків даних у таких умовах стає повільним, фрагментарним і чутливим до інформаційного шуму. Окреме повідомлення може бути емоційно виразним, але аналітично слабким; інше, навпаки, може мати високу ринкову вагу, хоча зовні виглядає другорядним. Тому для сучасних систем підтримки рішень недостатньо лише накопичувати повідомлення або будувати стрічку подій. Потрібен механізм, який поєднує відбір джерел, очищення потоку, інтерпретацію контексту, перевірку достовірності та підсумкове узагальнення результатів у формі, придатній для подальшої оцінки аналітиком.

У цих умовах доцільним є мультиагентний підхід, за якого завдання не виконується одним універсальним модулем, а розподіляється між спеціалізованими агентами. Така організація зменшує перевантаження окремих компонентів, підвищує прозорість проміжних рішень і спрощує контроль якості на кожному етапі оброблення. Наукова проблема полягає в побудові архітектури, здатної безперервно працювати з відкритими потоками даних, відрізнити події від шуму, враховувати надійність джерел і формувати пояснюваний індикатор геополітичної напруженості.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У сучасних дослідженнях мультиагентні системи на основі великих мовних моделей розглядаються як перспективний інструмент декомпозиції складних інтелектуальних завдань. У роботі [2] показано, що координація спеціалізованих агентів дає змогу поєднувати мовні моделі, зовнішні інструменти та сценарії послідовного ухвалення рішень у межах єдиної обчислювальної схеми. Для задач моніторингу відкритих даних це важливо тому, що збір повідомлень, семантичний аналіз, перевірка достовірності й формування висновку мають різну логіку роботи та різні вимоги до якості.

Для зв'язку текстових подій із подальшими змінами часових рядів суттєве значення мають дослідження, у яких новинний аналіз інтегрується з прогнозними моделями. У праці [3] обґрунтовано, що подієва інтерпретація текстів підвищує інформативність моделей прогнозування, якщо новина попередньо структурована, очищена від шуму й осмислена в контексті часової динаміки. Це наближає аналітичні системи до режиму раннього попередження, коли важливим є не саме накопичення текстів, а своєчасне виділення сигналу.

Окремий блок досліджень стосується виявлення причинно-наслідкових зв'язків у природній мові. Огляд [4] показує, що автоматичне встановлення причинності залишається складною задачею через багатозначність мовних конструкцій, нестачу явних маркерів і залежність від контексту. Отже, під час інтерпретації відкритих повідомлень коректніше говорити не про встановлення безумовної причинності, а про виявлення ймовірних подієвих залежностей, які мають бути перевірені додатковими джерелами та експертним аналізом.

Джерельна база сучасних систем подієвого моніторингу формується з глобальних агрегаторів, регуляторних відкритих інтерфейсів і поточкових соціальних платформ. До таких джерел належать GDELT, відкриті програмні інтерфейси регуляторних розкриттів та фільтровані потоки соціальних повідомлень [5-7]. Їх використання дає змогу розширити охоплення інформаційного простору, але водночас створює проблему неоднорідності форматів, різної швидкості оновлення, дублювання повідомлень і неоднакової надійності джерел.

Праці авторів [8-10] підтверджують прикладну придатність генеративних мовних моделей у цифрових системах інтерпретації текстів. У монографії [8] систематизовано розвиток сучасних архітектур нейронних мереж, а в роботах [9, 10] показано можливості адаптації мовних моделей до конкретних сценаріїв. Ці дослідження демонструють можливість використання генеративних моделей як інтерпретаторів контексту, модулів класифікації та засобів текстового пояснення результатів.

Найближчими аналогами запропонованого підходу є системи подієвого моніторингу та виділення подій із новинних потоків. Масив GDELT забезпечує глобальне кодування подій, локацій і тону повідомлень [11]. Система Online-Monitoring of Security-Related Events орієнтована на виявлення безпекових подій у новинних повідомленнях [12], а Frontex real-time news event extraction framework демонструє можливість оперативного виділення подій у вузькому прикладному домені [13]. Водночас ці рішення здебільшого не поєднують у межах одного пояснюваного контуру багаторольову агентну координацію, оцінювання достовірності, інтегральний індикатор напруженості та текстове обґрунтування для аналітика.

Нові огляди підтверджують актуальність окремих компонентів цієї задачі: мультиагентної координації [14], генеративного виділення подій [15], документно-рівневого вилучення інформації [16], оцінювання фактичності великих мовних моделей [17]. Отже, наукова ніша статті полягає не у створенні чергового агрегатора новин, а в обґрунтуванні структурно-функціональної моделі, яка інтегрує ці компоненти в єдину процедуру аналітичної підтримки.

**Формулювання мети статті.** Метою статті є обґрунтування структурно-функціональної моделі мультиагентної системи моніторингу ринково значущих подій у потоках відкритих даних, формалізація процедури формування пояснюваного індикатора геополітичної напруженості та процедурна апробація логіки роботи запропонованої моделі на демонстраційному сценарії.

Для досягнення мети поставлено такі завдання: визначити місце запропонованої моделі серед наявних аналогів; описати функціональні рівні системи та ролі окремих агентів; сформулювати

алгоритмічну послідовність оброблення повідомлення; визначити кількісні шкали оцінювання інтенсивності, новизни, достовірності та ринкової релевантності; запропонувати набір метрик для подальшої експериментальної перевірки; виконати процедурну апробацію логіки роботи моделі на демонстраційному сценарії; показати порядок формування пояснюваного аналітичного результату; показати прикладні сценарії використання результату.

Об'єктом дослідження є процес моніторингу та інтерпретації ринково значущих подій у потоках відкритих даних. Предметом дослідження є мультиагентна модель оброблення відкритих текстових потоків для формування пояснюваного аналітичного індикатора. Наукова новизна полягає у запропонованні інтегрованої структурно-функціональної моделі, яка поєднує подієве виділення, оцінювання достовірності, нормоване агрегування ознак і пояснюване узагальнення в межах єдиної архітектури.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Методологія дослідження має концептуально-модельний характер і складається з трьох взаємопов'язаних рівнів: аналізу аналогів, побудови структурно-функціональної архітектури та визначення критеріїв оцінювання. Такий підхід відповідає поточному етапу розроблення системи: стаття не подає завершений промисловий прототип, однак поєднує формалізацію архітектури, алгоритму, валідаційних показників і процедурну апробацію логіки роботи моделі на демонстраційному сценарії.

Перед описом архітектури доцільно зіставити запропонований підхід із функціонально близькими рішеннями, оскільки прямих аналогів у вузькому розумінні для такої системи майже немає. Наявні підходи зазвичай охоплюють окремі компоненти задачі: збирання відкритих повідомлень, подієве структурування текстів, моніторинг безпекових подій або використання мовних моделей для інтерпретації даних. У табл. 1 наведено узагальнене порівняння таких аналогів за джерельною базою, основною функцією, рівнем пояснюваності та обмеженнями відносно задачі мультиагентного моніторингу ринково значущих подій.

Таблиця 1. Порівняння близьких аналогів із запропонованою моделлю

Підхід	Джерела даних	Основна функція	Обмеження відносно задачі статті
GDELT [5, 11]	Глобальні новини та відкриті повідомлення	Кодування подій, локацій і тону	Не є агентною архітектурою; не формує пояснюваний індикатор для конкретного аналітичного сценарію
Online-Monitoring of Security-Related Events [12]	Новинні потоки	Виявлення безпекових подій	Орієнтація на виділення подій без інтегральної оцінки достовірності та ринкової релевантності
Frontex real-time news event extraction framework [13]	Новини у прикладному безпековому домені	Оперативне виділення подій	Вузька доменна спрямованість; обмежена пояснюваність та відсутність мультиагентного розподілу ролей
Запропонована модель	Новини, офіційні повідомлення, регуляторні розкриття, соціальні сигнали	Координація агентів, оцінювання достовірності, індикатор, пояснення	Потребує подальшої експериментальної перевірки на корпусі подій

На відміну від наведених аналогів, запропонована модель не обмежується механічним виділенням подій з тексту. Вона розглядає повідомлення як об'єкт послідовної аналітичної обробки: від джерельного отримання й очищення до інтерпретації, оцінювання достовірності, агрегування кількісних ознак і формування пояснення для користувача.

Запропонована система орієнтована на безперервну роботу з різномірними відкритими джерелами (див. рис. 1). Її архітектура передбачає проходження повідомлення через низку спеціалізованих агентів, кожен з яких виконує чітко визначену функцію. Така схема розмежовує процедури збору даних, семантичної інтерпретації, перевірки достовірності та аналітичного узагальнення.



Рис. 1. Архітектура мультиагентної системи моніторингу подій у відкритих даних

На першому рівні функціонує агент збору даних. Його завданням є підключення до відкритих джерел, що генерують інформаційний потік у режимі, наближеному до реального часу. До таких джерел можуть належати глобальні агрегатори подій, системи регуляторних розкриттів і спеціалізовані канали фільтрованих соціальних повідомлень [5-7]. На цьому етапі критично важливими є уніфікація форматів, фіксація часу публікації, збереження ідентифікатора джерела та виділення базових метаданих.

Другий рівень представлений агентом попередньої обробки, який виконує очищення потоку. Йдеться про усунення дублікатів, відсікання технічного сміття, стандартизацію мови й формату тексту, нормалізацію дат, іменованих позначень та посилань. У потоковому середовищі саме цей етап істотно впливає на якість наступних висновків, оскільки невидалені дублікати або хибно пов'язані повідомлення можуть штучно завищувати вагу події.

Третій рівень утворює агент виділення сутностей і подій. Його функція полягає в тому, щоб автоматично встановити, хто саме або що саме є носієм ринкового сигналу: держава, компанія, біржовий актив, товарна група, інфраструктурний об'єкт, посадова особа, регулятор чи територія. Одночасно з цим виконується класифікація типу події: санкційне рішення, військово-політична ескалація, аварія, зупинка виробництва, зміна регуляторної політики, корпоративне розкриття, суспільний протест або різка зміна інформаційного фону.

Для складних повідомлень важливим є не лише виокремлення сутностей, а й реконструкція логічного зв'язку між ними. Тому агент подієвого аналізу має оцінювати, чи описує текст уже завершену подію, очікувану подію, реакцію на раніше зафіксовану дію або спекулятивне повідомлення без достатніх підтверджень. Використання підходів до виявлення ймовірних причинно-наслідкових залежностей [4] дає змогу знизити ризик змішування фактів, очікувань та інтерпретацій.

Наступним працює агент оцінювання достовірності. Його завданням є присвоєння повідомленню нормованої ваги з урахуванням типу джерела, історії надійності каналу, часу появи інформації, кількості незалежних підтверджень і ступеня узгодженості з уже наявним контекстом. У разі коли повідомлення поширюється лише в одному низьконадійному джерелі, система не повинна трактувати його так само, як синхронно підтверджену новину з декількох високонадійних каналів.

Алгоритмічно оброблення повідомлення можна описати такою послідовністю:

- 1) отримання повідомлення та метаданих;
- 2) нормалізація формату;
- 3) усунення дублікатів;
- 4) виділення сутностей і типу події;
- 5) оцінювання джерельної достовірності та міжджерельної узгодженості;
- 6) розрахунок інтегрального індикатора;
- 7) формування пояснюваного підсумку для аналітика.

Така послідовність робить модель відтворюваною на рівні процедур, навіть якщо конкретна програмна реалізація може відрізнитися. Після цього агент інтегрального аналізу формує індикатор геополітичної напруженості. У межах концептуальної моделі його можна подати як зважену функцію чотирьох груп ознак: інтенсивності події, її новизни, достовірності та ринкової релевантності. На відміну від спроб автоматично передбачити конкретну ціну активу, такий індикатор відображає відносний рівень інформаційної напруги навколо певного регіону, сектора чи об'єкта спостереження.

Концептуально індикатор можна записати у вигляді співвідношення

$$T = w_1I + w_2N + w_3D + w_4R, (1)$$

де T - інтегральний індикатор геополітичної напруженості; I - інтенсивність події; N - новизна повідомлення; D - достовірність; R - ринкова релевантність; w<sub>1</sub>, w<sub>2</sub>, w<sub>3</sub>, w<sub>4</sub> - вагові коефіцієнти, сума яких дорівнює одиниці.

Формула (1) не претендує на завершену математичну модель, але задає логіку подальшої формалізації. Її цінність полягає в тому, що індикатор не ототожнюється з прямим ринковим прогнозом, а відображає ступінь аналітичної уваги, якої потребує подія. Для практичного застосування компоненти індикатора мають оцінюватися у нормованих шкалах, що забезпечує порівнюваність повідомлень між собою.

У табл. 2 наведено кількісні шкали для компонентів індикатора. Вони не є результатом повномасштабного експерименту, але задають формалізований спосіб переходу від якісного опису повідомлення до числового представлення, необхідного для подальшої валідації.

Таблиця 2. Кількісні шкали оцінювання компонентів індикатора

Компонент	Позначення	Діапазон	Критерій низького значення	Критерій високого значення
Інтенсивність події	I	0...1	Повідомлення описує локальну або другорядну подію без очевидного впливу на ринок, сектор чи об'єкт спостереження	Подія має масштаб сектора, регіону або критичного об'єкта та потенційно здатна змінити інформаційний фон
Новизна повідомлення	N	0...1	Текст повторює вже відому інформацію, не додає нових фактів, джерел або часових уточнень	Повідомлення є першим або раннім сигналом про нову подію, зміну стану чи появу раніше невідомого ризику
Достовірність	D	0...1	Інформація походить з одного неперевіреного або низьконадійного джерела й не має незалежних підтверджень	Дані підтверджені кількома незалежними джерелами або походять з офіційного чи історично надійного каналу
Ринкова релевантність	R	0...1	Зв'язок повідомлення з ринком, активом, логістичним процесом або секторним ризиком є слабким чи непрямим	Подія має прямий зв'язок з активом, сектором, інфраструктурою, логістикою або регуляторним рішенням

Описані шкали дають змогу формалізувати оцінювання окремого повідомлення, однак самі по собі вони ще не характеризують якість роботи всієї системи. Для повної перевірки необхідно оцінювати, наскільки стабільно мультиагентна архітектура виявляє значущі події в потоці, як швидко реагує на нові повідомлення та чи не створює надмірної кількості хибних сигналів. Тому наступним етапом формалізації є визначення метрик, за якими може бути перевірений майбутній прототип.

Для подальшої експериментальної перевірки модель має оцінюватися не лише за коректністю класифікації подій, а й за часовими та якісними показниками. Це важливо, оскільки для систем моніторингу відкритих даних значення має не тільки факт правильного виявлення події, а й швидкість її фіксації, кількість хибних спрацювань, стійкість до дублювання повідомлень і здатність зберігати пояснюваність результату.

У межах експериментальної апробації корпус подій доцільно формувати з підтверджених повідомлень, слабких сигналів, суперечливих публікацій, повторних новин і низьконадійних джерел. У табл. 3 подано набір метрик, який може бути використаний під час побудови такого корпусу подій і тестування прототипу системи.

Таблиця 3. Метрики оцінювання мультиагентної системи моніторингу

Метрика	Позначення	Одиниця	Зміст оцінювання
Точність виявлення	Precision	частка або %	Частка коректних спрацювань серед усіх сигналів системи
Повнота виявлення	Recall	частка або %	Частка реальних значущих подій, які були виявлені системою
Затримка виявлення	Detection delay	хвилини або години	Час між появою повідомлення та фіксацією події системою

Метрика	Позначення	Одиниця	Зміст оцінювання
Частка хибних спрацювань	False alarm rate	частка або %	Кількість помилкових сигналів відносно загальної кількості спрацювань
Стійкість до шуму	Robustness	частка або бал	Збереження якості роботи за наявності дублікатів, неповних повідомлень і недостовірних сигналів

Для попередньої перевірки практичної застосовності запропонованої моделі виконано процедурну апробацію на демонстраційному сценарії. Під процедурною апробацією в цій роботі розуміється не тестування завершеної програмної системи, а перевірка відтворюваності логіки моделі: проходження повідомлення через послідовність агентів, оцінювання компонентів індикатора та формування пояснюваного аналітичного результату.

Як демонстраційний сценарій розглянуто відкрите повідомлення про потенційне обмеження роботи критичного інфраструктурного об'єкта. Такий тип повідомлення є показовим для запропонованої моделі, оскільки його значущість залежить не лише від змісту тексту, а й від джерела, наявності підтверджень, зв'язку з логістикою, енергетикою або ринковими очікуваннями.

На першому етапі агент збору даних фіксує текст повідомлення, джерело, час публікації та посилання. Агент попередньої обробки усуває технічні елементи, нормалізує текст і перевіряє можливе дублювання. Агент виділення сутностей і подій визначає ключові об'єкти повідомлення, тип події та потенційний сектор впливу. Після цього агент оцінювання достовірності враховує тип джерела, наявність незалежних підтверджень і ступінь узгодженості повідомлення з уже наявним контекстом.

Для демонстраційного розрахунку компонентам індикатора надано такі значення відповідно до шкал, наведених у табл. 2: інтенсивність події  $I = 0,8$ , новизна повідомлення  $N = 0,7$ , достовірність  $D = 0,6$ , ринкова релевантність  $R = 0,9$ . За умови рівних вагових коефіцієнтів  $w_1 = w_2 = w_3 = w_4 = 0,25$  інтегральний індикатор становить  $0,75$  за формулою (1).

Отримане значення відповідає підвищеному рівню аналітичного пріоритету. Водночас достовірність не є максимальною, оскільки повідомлення потребує додаткових підтверджень. Отже, система не формує автоматичний прогноз або остаточне рішення, а надає аналітику структурований сигнал: подія потенційно значуща, має прямий зв'язок з інфраструктурним або логістичним ризиком, але потребує подальшої перевірки джерел.

Результатом процедурної апробації є підтвердження того, що запропонована агентна послідовність дозволяє перетворити неструктуроване повідомлення на пояснюваний аналітичний результат. На відміну від простого ключового фільтрування, така схема враховує не лише наявність окремих слів у тексті, а й контекст події, тип джерела, рівень достовірності та зв'язок повідомлення з конкретним сектором або об'єктом спостереження.

Завершальним етапом у запропонованій послідовності є робота агента узагальнення. Його вихід повинен містити короткий і змістовний текст, придатний для швидкого ознайомлення аналітиком. У такому поясненні доцільно зазначати суть події, перелік ключових сутностей, аргументи на користь оцінки важливості, рівень достовірності та посилання на використані джерела. Саме пояснюваність результату є однією з головних переваг мультиагентної архітектури.

Практична цінність підходу полягає у поєднанні широкого охоплення відкритих джерел із керованою процедурою аналітичної фільтрації. Якщо відкриті повідомлення передають значущі сигнали до фінансового або інфраструктурного середовища [1], то система має не накопичувати новини, а відокремлювати релевантні повідомлення від інформаційного фону. У цьому аспекті мультиагентна архітектура забезпечує модульність, пояснюваність та контрольованість оброблення, оскільки кожен агент відповідає за окремий тип невизначеності: збір, шум, семантику, достовірність, інтеграцію та пояснення.

Підхід може бути використаний у кількох типових сценаріях. Перший сценарій пов'язаний з енергетичними ринками, де критичне значення мають повідомлення про аварії, зупинки інфраструктури, санкції або обмеження постачання. Другий стосується корпоративного сектору, у якому ринково-чутливими є регуляторні розкриття, кадрові зміни, результати аудиту, судові рішення чи заяви керівництва. Третій охоплює транспортну та оборонно-логістичну інфраструктуру, де важливими є повідомлення про порушення ланцюгів постачання, ризики для вузлів перевезень і критичних об'єктів. Четвертий стосується макроекономічного й безпекового

контексту, коли аналітика цікавлять геополітичні ескалації, дипломатичні рішення, зміни торговельних режимів або ознаки соціальної нестабільності.

Окремо слід зазначити, що практичне використання запропонованої моделі передбачає не лише фіксацію факту появи події, а й формування пріоритету її подальшого аналізу. У реальному інформаційному середовищі аналітик часто працює не з однією ізольованою новиною, а з множиною коротких, дубльованих, частково суперечливих або неповних повідомлень. Тому важливо, щоб система не тільки визначала наявність події, а й пояснювала, чому саме це повідомлення отримало вищий або нижчий рівень значущості. Така логіка дає змогу використовувати індикатор як інструмент попереднього ранжування інформаційного потоку.

У межах подальшої повноцінної експериментальної апробації кожне повідомлення може бути описане набором атрибутів: час появи, тип джерела, перелік сутностей, тип події, рівень достовірності, очікуваний сектор впливу та інтегральне значення індикатора. Це створює основу для побудови анованого корпусу подій і порівняння запропонованої моделі з простішими підходами, наприклад ключовим фільтруванням, одноетапною класифікацією або моніторингом лише одного джерела. У такому порівнянні науковий інтерес становить не лише кількість виявлених подій, а й здатність системи зменшувати кількість хибних сигналів, скорочувати затримку виявлення та зберігати пояснюваність підсумкового результату.

Разом із перевагами система має низку обмежень. По-перше, великі мовні моделі можуть продукувати неточні узагальнення за браку достовірних підтверджень. По-друге, висока швидкість надходження повідомлень потребує ефективних механізмів пріоритизації. По-третє, одна й та сама подія може мати різну вагу для різних активів, секторів і часових горизонтів. По-четверте, остаточна оцінка значущості повинна залишатися під контролем експерта, особливо у випадках, коли подія стосується чутливих політичних, безпекових або регуляторних питань.

Отже, мультиагентна система доцільна не як засіб автоматичного ухвалення рішень, а як інструмент інтелектуальної підтримки аналітика. Вона скорочує часовий інтервал між появою події та формуванням обґрунтованого аналітичного висновку, зменшує навантаження на користувача та підвищує прозорість оброблення відкритих даних. Саме ця властивість робить запропонований підхід придатним для подальшого експериментального розгортання на корпусі подій.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** У статті обґрунтовано структурно-функціональну модель мультиагентної системи моніторингу подій у потоках відкритих даних. Перше поставлене завдання виконано через зіставлення запропонованого підходу з близькими аналогами, зокрема GDELT, системами безпекового моніторингу та real-time event extraction. Показано, що відмінність моделі полягає у поєднанні агентної координації, оцінювання достовірності, інтегрального індикатора та пояснюваного підсумку для аналітика.

Друге й третє завдання виконано через опис функціональних рівнів системи та алгоритмічної послідовності оброблення повідомлення. Визначено ролі агентів збору, попередньої обробки, виділення сутностей і подій, оцінювання достовірності, інтегрального аналізу та узагальнення. Запропонована схема є відтворюваною на процедурному рівні, оскільки для кожного етапу визначено вхідну інформацію, функцію оброблення та очікуваний результат.

Четверте й п'яте завдання виконано через формалізацію кількісних шкал для компонентів індикатора та визначення метрик подальшої валідації. Для інтенсивності, новизни, достовірності та ринкової релевантності запропоновано нормований діапазон 0...1. Для оцінювання майбутнього прототипу визначено precision, recall, detection delay, false alarm rate і robustness. Таким чином, стаття не обмежується лише концептуальним описом архітектури, а доповнює його процедурною апробацією логіки роботи моделі. На демонстраційному сценарії показано, як відкрите повідомлення може проходити через послідовність агентів, отримувати кількісну оцінку за компонентами індикатора та перетворюватися на пояснюваний аналітичний сигнал.

Практична значущість запропонованого підходу полягає у можливості застосування моделі для пріоритизації повідомлень в енергетичних, транспортно-логістичних, інфраструктурних, корпоративних і фінансово-аналітичних сценаріях. Запропонована модель формує не лише архітектурний опис системи, а й вимірювану основу для її подальшої перевірки, порівняння з базовими методами та адаптації до різних прикладних доменів. Перспективи подальших досліджень пов'язані з формуванням повноцінного корпусу подій, калібруванням вагових коефіцієнтів, реалізацією програмного прототипу агентної системи, експериментальним порівнянням із базовими та нейромережевими підходами, а також тестуванням стійкості архітектури до інформаційного шуму й навмисних інформаційних впливів.

**Список бібліографічного опису**

1. Jazbec M., Pásztor B., Faltings F., Antulov-Fantulin N., Kolm P. N. On the impact of publicly available news and information transfer to financial markets. Royal Society Open Science. 2021. Vol. 8, no. 7. Article 202321. DOI: [10.1098/rsos.202321](https://doi.org/10.1098/rsos.202321).
2. Wu Q., Bansal G., Zhang J., Wu Y., Li B., Zhu E., Jiang L., Zhang X., Zhang S., Liu J., Awadallah A. H., White R. W., Burger D., Wang C. AutoGen: enabling next-gen large language model applications via multi-agent conversation. arXiv. 2023. DOI: [10.48550/arXiv.2308.08155](https://arxiv.org/abs/10.48550/arXiv.2308.08155).
3. Wang X., Feng M., Qiu J., Gu J., Zhao J. From news to forecast: integrating event analysis in large language model based time series forecasting with reflection. arXiv. 2024. DOI: [10.48550/arXiv.2409.17515](https://arxiv.org/abs/10.48550/arXiv.2409.17515).
4. Yang J., Han S. C., Poon J. A survey on extraction of causal relations from natural language text. arXiv. 2021. DOI: [10.48550/arXiv.2101.06426](https://arxiv.org/abs/10.48550/arXiv.2101.06426).
5. The GDELТ Project. The GDELТ Project. URL: <https://www.gdelтproject.org/> (дата звернення: 25.04.2026).
6. U.S. Securities and Exchange Commission. EDGAR application programming interfaces. URL: <https://www.sec.gov/search-filings/edgar-application-programming-interfaces> (дата звернення: 25.04.2026).
7. X. Filtered stream. URL: <https://docs.x.com/x-api/posts/filtered-stream/introduction> (дата звернення: 25.04.2026).
8. Бредіхін В. М., Дідок В. О., Черкасова В. В. Розвиток архітектур нейронних мереж: від класичних до інноваційних : монографія. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. 81 с. ISBN 978-966-695-631-9. URL: <https://eprints.kname.edu.ua/73493/> (дата звернення: 25.04.2026).
9. Дідок В. О., Пан М. П. Оцінка ефективності методів адаптації мовної моделі GPT-4o в освітньому середовищі. Комунальне господарство міст. 2024. Т. 6, № 187. С. 12–17. DOI: [10.33042/2522-1809-2024-6-187-12-17](https://doi.org/10.33042/2522-1809-2024-6-187-12-17).
10. Дідок В. О., Пан М. П. Впровадження цифрових двійників на основі GPT-3.5 у закладах вищої освіти. Комунальне господарство міст. 2024. Т. 6, № 187. С. 8–11. DOI: [10.33042/2522-1809-2024-6-187-8-11](https://doi.org/10.33042/2522-1809-2024-6-187-8-11).
11. Leetaru K., Schrodt P. A. GDELТ: Global Data on Events, Location and Tone, 1979–2012. ISA Annual Convention. San Francisco, 2013. URL: <https://data.gdelтproject.org/documentation/ISA.2013.GDELТ.pdf> (дата звернення: 25.04.2026).
12. Atkinson M., Piskorski J., Pouliquen B., Steinberger R., Tanev H., Zavarella V. Online-Monitoring of Security-Related Events. Coling 2008: Companion Volume: Demonstrations. Manchester, 2008. P. 145–148. URL: <https://aclanthology.org/C08-3001/> (дата звернення: 25.04.2026).
13. Piskorski J., Atkinson M. Frontex real-time news event extraction framework. Proceedings of the 17th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. San Diego, 2011. P. 749–752. <https://doi.org/10.1145/2020408.2020527>.
14. Guo T., Chen X., Wang Y., Chang R., Pei S., Chawla N. V., Wiest O., Zhang X. Large Language Model Based Multi-agents: A Survey of Progress and Challenges. Proceedings of the Thirty-Third International Joint Conference on Artificial Intelligence. 2024. P. 8048–8057. DOI: [10.24963/ijcai.2024/890](https://doi.org/10.24963/ijcai.2024/890).
15. Simon É., Olsen H., You H., Touileb S., Øvrelied L., Vellidal E. Generative Approaches to Event Extraction: Survey and Outlook. Proceedings of the Workshop on the Future of Event Detection. Miami, 2024. P. 73–86. DOI: [10.18653/v1/2024.futured-1.7](https://doi.org/10.18653/v1/2024.futured-1.7).
16. Zheng H., Wang S., Huang L. A Comprehensive Survey on Document-Level Information Extraction. Proceedings of the Workshop on the Future of Event Detection. Miami, 2024. P. 58–72. DOI: [10.18653/v1/2024.futured-1.6](https://doi.org/10.18653/v1/2024.futured-1.6).
17. Wang Y., Wang M., Manzoor M. A., Liu F., Georgiev G. N., Das R. J., Nakov P. Factuality of Large Language Models: A Survey. Proceedings of the 2024 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing. Miami, 2024. P. 19519–19529. DOI: [10.18653/v1/2024.emnlp-main.1088](https://doi.org/10.18653/v1/2024.emnlp-main.1088).

**References**

1. Jazbec, M., Pásztor, B., Faltings, F., Antulov-Fantulin, N., & Kolm, P. N. (2021). On the impact of publicly available news and information transfer to financial markets. Royal Society Open Science, 8(7), Article 202321. <https://doi.org/10.1098/rsos.202321>
2. Wu, Q., Bansal, G., Zhang, J., Wu, Y., Li, B., Zhu, E., Jiang, L., Zhang, X., Zhang, S., Liu, J., Awadallah, A. H., White, R. W., Burger, D., & Wang, C. (2023). AutoGen: Enabling next-gen large language model applications via multi-agent conversation. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2308.08155>
3. Wang, X., Feng, M., Qiu, J., Gu, J., & Zhao, J. (2024). From news to forecast: Integrating event analysis in large language model based time series forecasting with reflection. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2409.17515>
4. Yang, J., Han, S. C., & Poon, J. (2021). A survey on extraction of causal relations from natural language text. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2101.06426>
5. The GDELТ Project. (n.d.). The GDELТ Project. Retrieved April 25, 2026, from <https://www.gdelтproject.org/>
6. U.S. Securities and Exchange Commission. (n.d.). EDGAR application programming interfaces. Retrieved April 25, 2026, from <https://www.sec.gov/search-filings/edgar-application-programming-interfaces>
7. X. (n.d.). Filtered stream. Retrieved April 25, 2026, from <https://docs.x.com/x-api/posts/filtered-stream/introduction>

8. Bredikhin, V. M., Didok, V. O., & Cherkasova, V. V. (2025). Development of neural network architectures: From classical to innovative. O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv. <https://eprints.kname.edu.ua/73493/>
9. Didok, V. O., & Pan, M. P. (2024). Evaluation of adaptation methods for the GPT-4o language model in educational environments. *Municipal Economy of Cities*, 6(187), 12–17. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2024-6-187-12-17>
10. Didok, V. O., & Pan, M. P. (2024). Implementation of digital twins based on GPT-3.5 in higher education institutions. *Municipal Economy of Cities*, 6(187), 8–11. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2024-6-187-8-11>
11. Leetaru, K., & Schrod, P. A. (2013). GDELT: Global Data on Events, Location and Tone, 1979–2012. ISA Annual Convention, San Francisco. <https://data.gdelproject.org/documentation/ISA.2013.GDELT.pdf>
12. Atkinson, M., Piskorski, J., Pouliquen, B., Steinberger, R., Tanev, H., & Zavarella, V. (2008). Online-Monitoring of Security-Related Events. In *Coling 2008: Companion Volume: Demonstrations* (pp. 145–148). Coling 2008 Organizing Committee. <https://aclanthology.org/C08-3001/>
13. Piskorski, J., & Atkinson, M. (2011). Frontex real-time news event extraction framework. In *Proceedings of the 17th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining* (pp. 749–752). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2020408.2020527>
14. Guo, T., Chen, X., Wang, Y., Chang, R., Pei, S., Chawla, N. V., Wiest, O., & Zhang, X. (2024). Large language model based multi-agents: A survey of progress and challenges. In *Proceedings of the Thirty-Third International Joint Conference on Artificial Intelligence* (pp. 8048–8057). International Joint Conferences on Artificial Intelligence Organization. <https://doi.org/10.24963/ijcai.2024/890>
15. Simon, É., Olsen, H., You, H., Touileb, S., Øvrelid, L., & Velldal, E. (2024). Generative approaches to event extraction: Survey and outlook. In *Proceedings of the Workshop on the Future of Event Detection* (pp. 73–86). Association for Computational Linguistics. <https://doi.org/10.18653/v1/2024.futered-1.7>
16. Zheng, H., Wang, S., & Huang, L. (2024). A comprehensive survey on document-level information extraction. In *Proceedings of the Workshop on the Future of Event Detection* (pp. 58–72). Association for Computational Linguistics. <https://doi.org/10.18653/v1/2024.futered-1.6>
17. Wang, Y., Wang, M., Manzoor, M. A., Liu, F., Georgiev, G. N., Das, R. J., & Nakov, P. (2024). Factuality of large language models: A survey. In *Proceedings of the 2024 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing* (pp. 19519–19529). Association for Computational Linguistics. <https://doi.org/10.18653/v1/2024.emnlp-main.1088>

Історія статті:

Отримано: 18.05.2026 Доопрацьовано: 18.05.2026 Прийнято до друку: 23.05.2026 Опубліковано: 29.05.2026