

<https://doi.org/10.31891/2219-9365-2025-83-34>

УДК 623.618+004.82

ПОТАПОВ Григорій
Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України
<https://orcid.org/0000-0002-5778-9327>
e-mail: pgm201602@gmail.com

РУСІНОВ Володимир
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
<https://orcid.org/0000-0002-4362-0248>
email: v.rusinov.io11f@kpi.ua

МЕТОД ФОРМУВАННЯ АІ-ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ВБУДОВАНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ КОГНІТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

У статті розглянуто порядок формування когнітивної платформи штучного інтелекту (АІ-платформи), яка буде основою розвитку вбудованих обчислювальних систем. Зазначено, що формування АІ-платформи є складним і важливим процесом, який потребує аналізу великого обсягу слабкоструктурованої та неструктурованої інформації, що значно ускладнює її аналіз та оброблення. При цьому ефективно використання інформаційних технологій для аналізу та оброблення інформаційних процесів безпосередньо залежить від рівня взаємодії між ними. Характер взаємодії визначає їх мережеву орієнтацію, при чому в середовищі системи мають використовуватися засоби, які застосовують для цього інформаційні ресурси з різних галузей знань.

Для підвищення оперативності оброблення інформаційних процесів пропонується використовувати когнітивну інформаційну технологію із елементами штучного інтелекту, а для формування вихідних даних використовувати моніторинг інформаційних процесів у вбудованих обчислювальних системах. Для реалізації цього розроблено метод формування АІ-платформи для вбудованих обчислювальних систем із використанням когнітивних технологій. Цей метод використовуватиметься як для структуризації інформаційних процесів, формування на їх основі онтологій і використання АІ-платформи для ранжування зазначених процесів і виборі раціонального варіанту оброблення. Подальшим напрямком досліджень, розпочатих в даній статті, є впровадження запропонованого метода у вбудовані обчислювальні (інформаційно-аналітичні) системи.

Ключові слова: АІ-платформа, вбудована обчислювальна система, когнітивна інформаційна технологія, об'єктно-орієнтовані системи, онтології.

ПОТАПОВ Hryhoriy
Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine
RUSINOV Volodymyr
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

METHOD OF FORMING AN AI PLATFORM FOR EMBEDDED COMPUTING SYSTEMS USING COGNITIVE TECHNOLOGIES

The article considers the procedure for forming a cognitive artificial intelligence (AI) platform that serves as the foundation for the development of embedded computing systems. It is emphasized that the creation of such a platform is a complex and strategically important process, since it involves the analysis of vast amounts of poorly structured and unstructured data, which significantly complicates information processing. The authors argue that the efficiency of applying modern information technologies depends not only on the volume and quality of available information but also on the level of interaction between different technological components. This interaction predetermines the network orientation of the platform, while in the system environment, tools that integrate information resources from diverse fields of knowledge must be applied.

To enhance the efficiency of processing information flows, the article proposes the use of cognitive information technologies incorporating elements of artificial intelligence. A special emphasis is placed on the role of monitoring information processes in embedded computing systems as a basis for generating output data. Within this framework, a new method for forming an AI platform using cognitive technologies is presented. This method ensures the structuring of information processes, the creation of ontologies, and the ranking of these processes to determine the most rational option for their processing.

The scientific novelty of the proposed approach lies in integrating cognitive models into embedded systems, thereby enabling adaptive decision-making and more flexible responses to dynamic environments. The practical significance is in the potential application of the AI platform to a wide range of embedded systems, including information-analytical, industrial, and control systems, where high-speed data processing and intelligent analysis are crucial.

The article concludes that the proposed method provides a systematic basis for developing embedded computing systems with higher levels of autonomy and cognitive adaptability. Future research will focus on practical implementation, testing the AI platform in real embedded environments, and expanding its use for interdisciplinary applications, thus contributing to the advancement of intelligent computing technologies.

Keywords: AI platform, embedded computing system, cognitive information technology, object-oriented systems, ontologies.

Стаття надійшла до редакції / Received 11.07.2025

Прийнята до друку / Accepted 14.08.2025

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Процес формування принципово нових платформ для вбудованих обчислювальних систем аналізу та оброблення інформації, при проведенні аналізу та оброблення різних процесів є необхідним в умовах збільшення обсягів інформації, яка є неоднорідною та неструктурованою. Це є важливим і затратним процесом який потребує використання складного математичного апарату для її обробки й аналізу із застосуванням різних засобів і технологій.

Напрямом розвитку сучасних інформаційних технологій є вдосконалення обчислювальних засобів і формування на їх платформі різних систем. Їх оптимальне використання для вирішення складних задач прикладного характеру безпосередньо залежить від рівня взаємодії між інформаційними процесами. Це особливо актуально для автоматизації підтримки прийняття раціональних рішень під час аналізу та оцінювання різних інформаційних процесів. Зазначені процеси характеризують і описують завдання, плани і дії, які мають виконуватися у ході розвитку інформаційних систем різного призначення. При цьому все частіше використовуються засоби штучного інтелекту, як основа для оброблення інформаційних процесів. Технології штучного інтелекту повинні сприяти трансформації економіки, державних інституцій та суспільства в цілому [1].

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

У наукових роботах, присвячених розвитку вбудованих систем достатньо широко висвітлені окремі питання вдосконалення окремих її складових і впровадження для цього різних підходів, технологій та методів. Актуальність цього напряму підтверджується збільшенням потреби на вбудовані системи, які використовуються у різних галузях науки і техніки, зокрема в авіації, енергетиці, автопромі, медицині тощо. Методи штучного інтелекту все більш розповсюджуються та змінюють способи функціонування різних складних систем. Важливим в розвитку і впровадженні методів штучного інтелекту в інформаційних системах є процес навчання моделей, і системи підтримки цього процесу.

У [2, 3] розглянуто процеси формування запитів (проптингу) із використанням генеративних моделей штучного інтелекту та їх використання у практиці проектного управління. Модель, при цьому, пропонується створити на основі використання GPT застосунку та проведення навчання моделі для розширення її спроможностей [2]. У [4] досліджено можливості мовних моделей для генерації публікацій у соціальних мережах, а також проаналізовано різні мовні моделі для вирішення цього завдання. Розглянуто процес підготовки вихідних даних для моделі та описано порядок створення GPT застосунку для генерації публікацій.

Питання, які досліджено у [5], стосуються оптимізації моделі штучного інтелекту для класифікації новинних даних. Запропонований підхід побудовано на основі використання згорткових нейронних мереж із застосуванням технік балансування різних класів та L2 регуляризації.

Ці роботи підкреслюють важливість та актуальність досліджень щодо використання різних моделей та їх застосування у різних сферах діяльності. Проведений аналіз стану впровадження методів штучного інтелекту у різні системи дає змогу визначити, що на сьогодні комплексних досліджень за даним напрямом недостатньо.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Мета статті. Таким чином, вирішення завдання, що полягає в розробленні наукових методів щодо розвитку вбудованих обчислювальних систем, а саме – методу формування AI-платформи, як важливого інструменту аналізу інформаційних процесів, є актуальною науковою задачею, вирішення якої розглянуто в статті.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Значні досягнення в розвитку інформаційних систем, які використовують машинне навчання дозволяють розширити можливості його використання через розроблення науково-методичного апарату його впровадження у вбудовані розрахункові системи. Розроблення методу формування когнітивної платформи штучного інтелекту (AI-платформи) для вбудованих обчислювальних систем із використанням когнітивних технологій дозволить значно підвищити оперативність оброблення інформаційних потоків. Структуру методу наведено на рис. 1.

Моніторинг інформаційних процесів проводиться на начальному етапі для спостереження та вимірювання показників реальної системи для яких потрібно побудувати модель. Об'єктом моніторингу може бути як окремий інформаційний процес, так і їх сукупність, їхні взаємозв'язки тощо. Наразі відпрацьовано теоретичні та практичні елементи моніторингу інформаційних процесів, які проводяться системно, проте методика та механізм проведення ще недостатньо відпрацьовані, що пояснюється передусім низьким рівнем інформаційно-аналітичного забезпечення цього процесу. У загальному розумінні виділяють три основні види моніторингу, які відрізняються за такими критеріями, як кількість користувачів, що проводять моніторинг, результати дослідження та інтенсивність використання даних моніторингу зазначеними користувачами.

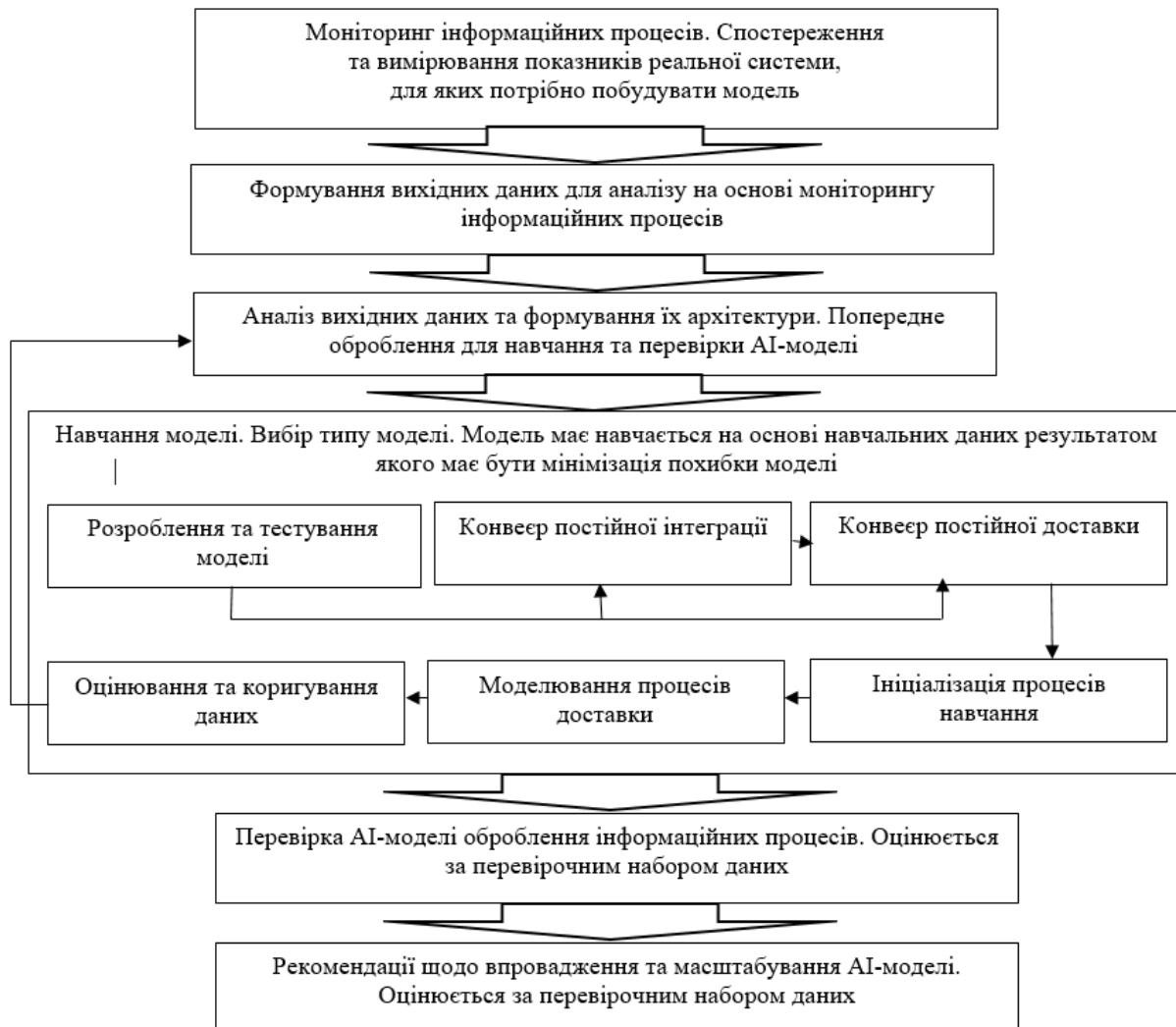


Рис. 1. Структура методу формування когнітивної платформи штучного інтелекту (AI-платформи) для вбудованих обчислювальних систем

Моніторинг виконує ряд функцій (рис. 2), основними серед яких є:

- ✓ пізнавальна функція, що передбачає діагноз проблемної ситуації;
- ✓ функція підтримки дій, спрямованих на відновлення інформаційних процесів та планування їх вдосконалення;
- ✓ профілактична функція (спостереження, контроль за інформаційними процесами).

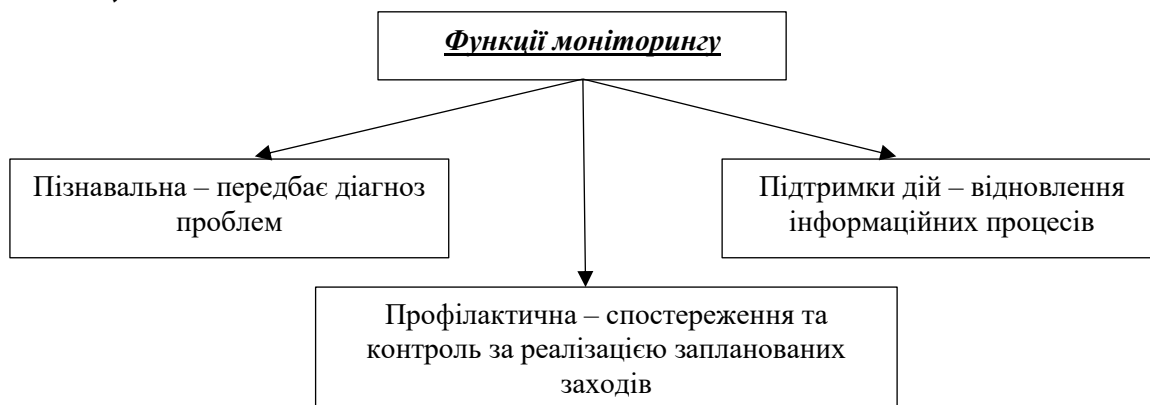


Рис. 2. Функції, якими має володіти моніторинг інформаційних процесів

Необхідно зазначити, що достатньо часто моніторинг може суміщати різні функції, наприклад – діагностичну та профілактичну.

Під час організації та здійснення моніторингу інформаційних процесів слід виділити сукупність принципів, основними з яких є такі:

- ✓ оперативність та відповідність поставленим завданням;
- ✓ цілісність та науковість;
- ✓ точність, системність та детальність інформації, її обов'язкова детальна та максимально глибока перевірка;
- ✓ конфіденційність джерел інформації;
- ✓ об'єктивність та незаангажованість;
- ✓ прогностичність (націленість моніторингу передусім на прогноз).

Таким чином, моніторинг є інструментом управління процесами, але в цілому моніторинг поділяється на кілька етапів, які послідовно реалізуються.

Формування і аналіз вихідних даних та формування їх архітектури інформаційних процесів за результатами моніторингу здійснюється для попереднього оброблення інформаційних процесів, а також навчання та перевірки AI-моделі на адекватність.

AI-платформа, як будь-яка складна велика програмна система, потребує розроблення окремої моделі, процес розробки якої починається зі збору та формування інформації про інформаційні процеси. AI-платформа є інтегрованою сукупністю ресурсно-інтенсивних архітектурних рішень (PIAP), до складу яких включено мережеві пристрої, процеси, інформаційні ресурси та інші мережеві об'єкти. Усі ці системні складові (SC) характеризуються визначеною семантикою (S), яка може бути представлена описами архітектурних та функціональних властивостей об'єктів, множина яких формує функціональні спроможності конкретної PIAP. Кожен об'єкт, який включено до складу PIAP, може бути представлений сукупністю семантично зв'язаних між собою концептів [6].

Представлення кожного PIAP із використанням показників концептів семантики S, дозволяє застосувати підхід, який базується на онтологічному інжинірингу і дозволяє відображати його архітектурні та функціональні характеристики, атрибути та властивості [7]. Такий підхід до інтеграції PIAP дозволяє формувати кожну SC та її семантику S як онтологію O [8].

Методологія MLOps, використання якої дозволяє реалізувати поєднання засобів штучного інтелекту і методів машинного навчання з IT-операціями, є практично агрегацією складних логістичних ланцюгів процесів. Тому набори практик, що її реалізують, можна представляти у форматі онтології процесів O_{pr} [9], які вона консолідує на визначеному відрізку часу.

Зазначений підхід до формування AI-платформ, є раціональним варіантом застосування методології онтологічного інжинірингу, якій формує активне відображення знань, які характеризують семантику програмного забезпечення, технологій підприємств та бізнес-процесів певних предметних галузей [10]. Завдання, які вирішуються на основі методології MLOps представляються як онтології процесів, що зазначені завдання інтерпретують (рис. 3).

Онтологія, у цьому випадку, є системним компонентом довільного процесу формування інтелектуального інформаційної середовища (IC), який забезпечує формальне представлення концептуальних знань про предметну область. Процес побудови такої IC можна представити композицією певних висловлювань, суджень, тверджень, термінів-понять і відношеннями між ними, а його результат – основою для побудови складової частини аксіоматизованої теорії – онтологічної бази знань у певній предметній області, яка включає декларативний формат опису знань й імперативний формат їхньої актуалізації.

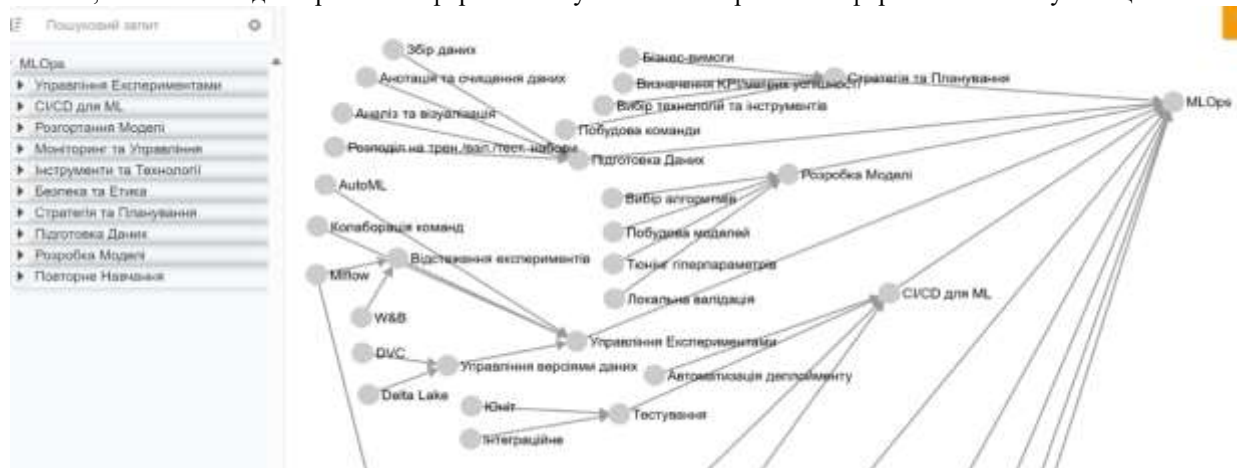


Рис. 3. Представлення завдань, що реалізуються за методологією MLOps онтологіями процесів, які ці завдання інтерпретують (варіант)

Онтології відображають усі архітектурні та функціональні властивості об'єктів, що складають РІАР. Й кожна онтологія може бути представлена у форматі графу [11], як одного з ефективних способів відображення структурних властивостей об'єктів довільної природи та їхньої функціональності.

Відповідно до властивостей онтології, яка за певних умов може бути представлена як таксономія [12], проаналізуємо зазначену категорію відображення семантики S РІАР, що активно реалізуються у процесі формування АІ-платформи.

Таксономія може бути представлена деревами Бема Σ у такому форматі [13]:

$$\Sigma = \{\perp\} \cup \{\lambda x_1, \lambda x_2, \dots, \lambda x_n, \lambda a_1, \lambda a_2, \dots, \lambda a_m\} \quad (1)$$

де: Σ – множина імен концептів, що складають семантику S усіх складових РІАР; λx – терми, які реалізують представлення об'єктів РІАР у безтиповій нотації ламбда-числення; $\perp$ – найменший елемент із усіх значень контекстів концептів/вузлов таксономії.

Відповідно до [13] дерева Бема є індуктивними, що передбачає можливість їх нарощування новими термами вузлами, кожен з яких є ім'ям певного концепту, що визначає семантику S РІАР, й які є додатковими композиціями. Згідно такого формального представлення дерево складаються з λx -термів, які мають контекстну зв'язність. У процесі представлення концептів РІАР у форматі λx –термів, ці терми наслідують ім'я концептів, яких вони заміщують. Таке їх представлення свідчить про те що таксономії стають поміченими деревами Бема. Такі дерева мають властивість рефлексивності, тобто справедливим є вираз:

$$\phi(\Sigma) \rightarrow \Sigma \quad (2)$$

де ϕ – рефлексивне відображення Σ самого на себе за умовою, що відповідні контексти λ -термів, що представляють концепти РІАР визначені.

Сукупність λ -термів, які представляють семантику S РІАР, відображає активність всіх практик та процесів, що функціонально складають мегапроцес $MLOps$. Більш того активність λ -термів реалізує виявлення зв'язності контекстів семантик S , як складових РІАР. Для більш детального представлення семантики S зробимо наступну інтерпретацію поняття концепт. Згідно [14, 15] всі концепти, на основі яких формується таксономія можуть бути представлені у форматі λx -термів і відображення знань можна представити контекстами значень λx -термів-концептів, що визначають умови застосування правил методології $MLOps$, яка реалізує агрегацію складних логістичних ланцюгів процесів АІ-платформи.

Наявність контекстів у кожного концепту таксономії реалізує процес взаємодії між системними компонентами SC . Системні компоненти формують РІАР та визначають їхню функціональність. Таким чином, кожену SC що сформована ієрархією концептів, можна представити у форматі ієрархії класів λ -термів-концептів й як наслідок – у форматі дерев Бема Σ :

$$\{X_1, X_2, \dots, X_n, a_1, a_2, \dots, a_m\} \rightarrow \lambda \rightarrow \dot{T} \rightarrow \Sigma = \{X_1, X_2, \dots, X_n, a_1, a_2, \dots, a_m\} \quad (3)$$

де: X – концепт чи клас концептів, n, m – індекси; $\dot{T}$ – непушта множина таксономій.

Зазначене дозволяє стверджувати, що кожна системна складова SC множини, на основі її таксономічного представлення є деревом Бема:

$$\{X_i \mid i \in \overrightarrow{<1, n>}\} \rightarrow \{X_i[A_j], X_n[A_v, A_p] \mid i \in \overrightarrow{<1, n>} \mid j \in \overrightarrow{<1, m>} \mid v \in \overrightarrow{<1, k>} \mid p \in \overrightarrow{<1, l>}\} \rightarrow \dot{T} \quad (4)$$

де: A_j, A_v, A_p – лінгвістичні константні значення контекстних смислів концептів семантик S .

Порядок формування дерева Бема на основі виявлення ієрархій концептів, що визначають семантики S у РІАР, як системообразуючих $MLOps$ -середовища [13, 16] є таким:

визначається довільний концепт, що має визначений контекст типу $x[a]$, де a – константа, яка являє собою певне значення: літера, число, лексема, певна фраза, речення та частково упорядкована множина речень тощо;

всі подібні лексичні структури далі визначаються як λx -терми;

з усієї множини λx -термів виділяється одна послідовність символів, яка складає певне слово, що є концептом ієрархії семантики S , який неможливо редукувати. Такий терм визначається як найменший/первинний в ієрархії й позначається символом $\perp$;

визначаються інші λx -терми, які відображають вибрану множину концептів, що визначають усі контексти семантики S , що представими в PIAP;

над множиною вибраних λx -термів визначається відношення часткового порядку – δr ;

всі вибрані концепти семантики S , що представими в PIAP визначаються як відповідні λ -терми;

на основі визначення над множиною вибраних λ -термів відношення часткового порядку δr формується дерево Бема в форматі виду (2);

$\perp$ – найменший елемент із усіх значень контекстів концептів дерева Бема.

Слід підкреслити що у процесі формування дерева Бема кожен концепт визначається множиною контекстів, які фактично визначають правила RL реалізації семантик S системних складових SC PIAP для агрегації AI-платформи:

$$\{X_i | i \in \overline{1, n}, a_j | j \in \overline{1, m}\} \rightarrow \lambda x \rightarrow \ddot{T} \rightarrow \Sigma = \{X_i | i \in \overline{1, n}, a_j | j \in \overline{1, m}\} \quad (5)$$

Вирази (3) – (5) визначають системологічну стійкість концептів, що складають семантики S практик та процесів MLOps, що підтверджується істинністю тверджень, які з них можна сформулювати. Тобто λ -терми, що описують ці практики та процеси, є розв'язними. Зазначене підкреслює, що розбивка множини λ -термів складається із врахуванням властивостей концептів семантик S в конкретному стані, визначає їхню ієрархію. Ієрархія формує розподіл концептів по різних класах, за рахунок чого підвищуються їх класифікаційні ознаки в Σ та системологічна стійкість і точність [17].

Представлення контекстів у форматі імперативних правил RL, утворює умови агрегації AI-платформи на основі переходу від контекстної зв'язності до визначення порядку виконання правил системних складових SC множини PIAP. При цьому процедура машинного навчання мегапроцесу MLOps може бути застосовано як на етапі формування таксономій у форматі Σ , так й на етапі після встановлення контекстної зв'язності визначених імперативних правил RL. Фактично, визначені при формуванні таксономій процесів MLOps, імперативні правила RL, є системними компонентами SCrl процесів практик DevOps. Умови формування практик DevOps та їхнього функціонального розширення до мегапроцесу MLOps, можна визначити на основі онтологій процесів.

Довільний процес можна представити у наступному форматі: правило $\rightarrow$ результат. Його можна також представити певною функцією виду: Множина правил F може бути утворена декартовим добутком множин концептів X , що визначають семантики S для PIAP та властивостями концептів R :

$$F = X \cdot R \quad (6)$$

де F , визначається як функція інтерпретації властивостей концептів X .

Існує певний набір правил $F_k \subset F$ таких, що завжди існує хоча б одне непусте правило $f^i \in F_k$

таке, що існує також набір концептів, X_j для яких правило $f^i(x_1, x_2, \dots, x_n) \in F_k$. При чому до правила f^i завжди можна додати узгоджений новий концепт (x_{n+1}) з новою для F_k властивістю r' , при наявності якої виконується нове правило $f^i(x_1, x_2, \dots, x_n, x_{n+1}) = F_k$. Узгодженість концептів визначається їхньою контекстною зв'язністю.

На основі набору описаних правил F_k визначимо онтологію процесів Орг. По-перше – всі правила, які визначаються контекстами концептів семантик S для PIAP, можуть бути представлені певними програмними модулями, що складають практики DevOps й як наслідок процеси MLOps:

$$O_{pr} = \langle X_{pr}, R_{pr}, F_k(X_{pr}, \delta r, Attr_{pr}), Ax_s \rangle \quad (7)$$

де: O_{pr} – онтологія процесу; $Attr_{pr}$ – атрибути практик; Ax_s – базові аксіоми практик, які визначають функціональність найменших елементів із усіх значень контекстів їхніх концептів.

Об'єкти онтології Орг забезпечують генерацію етапів використання практик DevOps й як наслідок процесів MLOps. Вони мають складну ієрархічну структуру у форматі композицій дерев Бема Σ . Правила F_k , що визначено онтологією процесу Орг, забезпечують виконання усіх практик, які визначено у DevOps й як наслідок у процесах MLOps.

Онтологічний формат представлення практик і правил надає ряд переваг для реалізації вказаних практик і процесів, а саме:

- ✓ адаптація до задач предметних галузей практик, що визначає гармонізацію їхньої взаємодії;
- ✓ масштабованість – включення в контур практик і процесів новітніх контекстно зв'язаних онтологій;
- ✓ візуалізація – представлення практик і процесів у форматі графів та дерев, що забезпечує виконання умов реалізації вимог DevOps й як наслідок MLOps;
- ✓ оптимізація практик і процесів, за рахунок їхньої контекстної зв'язності; виявлення слабких місць у взаємодії практик і процесів;
- ✓ виявлення впливів практик і процесів між собою та на задачі, що розв'язуються;
- ✓ формування новітніх вимог до реалізації практик та процесів.

В методології MLOps, онтології процесів мають певну двоїстість. По-перше вони можуть бути згенеровані на першому етапі машинного навчання. Для цього процедури машинного навчання повинні вміти проводити морфологічний, лексикографічний й концептографічний аналіз описів практик та процесів. По-друге – онтології процесів Орг можуть бути використані на наступних етапах машинного навчання для підвищення рівня семантичної взаємодії між практиками та процесами.

Ще однією особливістю представленої онтології процесів O_{pr} є їхня адаптивність під різні формати представлення графових структур. Цьому сприяє їхня топологічна основа у форматі дерев Бема. Фактично довільне дерево Бема можна представити у форматі довільного графу без циклів [13]. Однак при відображенні процесів графової структури з повторами, з дерев Бема можна сформувати складні композиції, які відтворюють вкладеність конкретних семантик S у практики та визначені процеси. У такому випадку дерева Бема ніби розчиняються в середовищі практик, являючи собою первинні топології для MLOps середовища. Вони у такому випадку представляють множини концептів з заданим частковим порядком or , який визначає послідовність актуалізації конкретних концептів, що складають семантику практик та процесів.

Однією з системних інтерпретацій такого підходу може служити формування графів де Брейна, як технологічної основи реалізації практик MLOps середовища. Виявлені міжконексті зв'язки концептів семантик S , які складають практики та процеси MLOps середовища, визначають певні послідовності імен, які функціонально активні при актуалізації конкретної практики та процесу. Такі послідовності типу (3) – (5) можуть бути виділені як на етапі первинного машинного навчання, так й у процесі генерації інформаційного середовища, сервіси якого забезпечують розв'язання визначених задач.

Технологічним наслідком цього є генерація зв'язних фрагментів графа де Брейна, кожен з яких представлений виявленими при формуванні дерев Бема ієрархічних послідовностей імен концептів. Ці послідовності мають високий рівень валідності на основі того, що вони виявлені на основі врахування семантичної зв'язності контекстів, що визначають семантику концептів, які є системними складовими SC практик та процесів MLOps середовища. Ця зв'язність забезпечує наступність при визначенні технологічних ланцюгів активності семантик практик та процесів MLOps середовища, що реалізується активністю конкретних програмних модулів, що сформовані з правил типу $F_k \subset F$.

Розглянуте дозволяє сформувати таке твердження – онтології процесів O_{pr} забезпечують реалізацію формування AI-платформ на основі валідного відображення всієї зв'язності концептів, які визначають семантики S практик та процесів MLOps середовища. Онтології процесів O_{pr} також реалізують семантичне покриття MLOps середовища, що забезпечує її стійкість та спроможність до семантичного розширення при виявленні в процесі машинного навчання інших концептів, які визначають семантику S практик та процесів MLOps середовища.

ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

Таким чином, розроблений порядок формування когнітивної платформи штучного інтелекту, дозволить створити AI-платформу для використання у вбудованих обчислювальних системах. Це дозволить аналізувати великий обсяг слабкоструктурованої та неструктурованої інформації. Для створення AI платформи використано елементи когнітивної інформаційної технології, як основи для структурування інформаційних процесів.

У подальшому дослідженні буде розглянуто використання AI-платформи для багатовимірного аналізу інформаційних процесів і можливістю вибору раціонального варіанту для прийняття рішень.

Література

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 2 грудня 2020 року № 1556-р Концепція розвитку штучного інтелекту в Україні. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-2020-p#Text>. (Дата звернення: 15.05.2025).

2. А. Іваненко, К. Пічік Генеративні моделі штучного інтелекту як ефективний інструмент для оптимізації бізнес-процесів. <https://empirio.ukma.edu.ua/article/view/298115>. (Дата звернення: 15.05.2025). doi.org/10.18523/3041-1718.2024.1.112-121.
3. І. Азарова, Т. Безверхнюк Застосування генеративних моделей штучного інтелекту в практиці проектного управління. Вісник Херсонського національного технічного університету. М. Херсон. 2024. № 4. doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2024.4.1.
4. О. Ворочек, І. Соловей Використання мовних моделей штучного інтелекту для генерації публікацій у соціальних мережах. https://library.ztu.edu.ua/e-copies/VISNUK/93_I/128.pdf. (Дата звернення: 15.05.2025). doi.org/10.26642/ten-2024-1(93)-128-134.
5. В. Тищенко Оптимізація моделі штучного інтелекту для класифікації новинних даних. <https://tit.dut.edu.ua/index.php/telecommunication/article/view/2587>. (Дата звернення: 15.05.2025). doi: 10.31673/2412-4338.2025.019647.
6. Amit Konar (2005) Cognitive Engineering: A Distributed Approach to Machine Intelligence. Series: Advanced Information and Knowledge Processing, Springer, Cham. - 354 p.
7. Transdisciplinary Engineering: Crossing Boundaries / Editors Milton Borsato, Nel Wognum, Margherita Peruzzini, Josip Stjepandić, Wim J.C. Verhagen. Series Advances in Transdisciplinary Engineering, vol 4, 2016.
8. Palagin A., Kryvyi S., Petrenko N.: Ontological methods and means of processing subject knowledge: monograph. In: edn. VNU them. V. Dal, p. 324, Lugansk (2012).
9. Globa L., Novogrudska R., Koval O. and Senchenko V: Ontology for Application Development, Ontology in Information Science Ciza Thomas, IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.74042, <https://www.intechopen.com/books/ontology-in-information-science/ontology-for-application-development>, approved by the Academic Council No. 11; last accessed 2017/11/27. (Дата звернення: 12.05.2025).
10. MLOps: Continuous delivery and automation pipelines in machine learning. <https://cloud.google.com/architecture/MLOps-continuous-delivery-and-automation-pipelines-in-machine-learning>. (Дата звернення: 12.05.2025).
11. J.A. Bondy, U.S.R. Murty (2008). Graph Theory. Springer. с. 654 с
12. Lamberts, K. Knowledge Concepts and Categories (K. Lamberts & D. Shanks (eds.)). Psychology Press. 2013. 478 p.
13. Barendregt H. P.. The lambda calculus. Its syntax and semantics. Studies in logic and foundations of mathematics, vol. 103. North-Holland Publishing Company, Amsterdam, New York, and Oxford, 1981, xiv + 615 pp.
14. Kleene, S. C., Beeson, M. Introduction to Metamathematics: Ishi Press International, 2009. 572 p.
15. Stjepandić, J., Wognum, N., Peruzzini, M., et al. Transdisciplinary Engineering: A Paradigm Shift: Proceedings of the 24th ISPE Inc. International Conference on Transdisciplinary Engineering, July 10-14, 2017, 17. P. 1092.
16. Honchar, A. V., Stryzhak, O. Y., Berkman, L. N. Transdisciplinary consolidation of information environments. Connectivity. 2021. Vol. 149, No. 1.
17. Dovhyi, S., Stryzhak, O. Transdisciplinary Fundamentals of Information-Analytical Activity: Advances in Information and Communication Technology and Systems, MCT 2019. Lecture Notes in Networks and Systems, Cham, Springer Publ., 20. P. 99–126.

References

1. Cabinet of Ministers of Ukraine Order No. 1556-r dated December 2, 2020. Concept for the Development of Artificial Intelligence in Ukraine. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-2020-p#Text>. (Accessed: 15.05.2025).
2. Ivanenko, K. Pichik. Generative Artificial Intelligence Models as an Effective Tool for Business Process Optimization. <https://empirio.ukma.edu.ua/article/view/298115>. (Accessed: 15.05.2025). doi.org/10.18523/3041-1718.2024.1.112-121.
3. Azarova, T. Bezverkhniuk. Application of Generative Artificial Intelligence Models in Project Management Practice. Bulletin of Kherson National Technical University. Kherson. 2024. No. 4. doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2024.4.1.
4. O. Vorochek, I. Solovey. Using Language Models of Artificial Intelligence for Generating Social Media Publications. https://library.ztu.edu.ua/e-copies/VISNUK/93_I/128.pdf. (Accessed: 15.05.2025). doi.org/10.26642/ten-2024-1(93)-128-134.
5. V. Tyshchenko. Optimization of an Artificial Intelligence Model for News Data Classification. <https://tit.dut.edu.ua/index.php/telecommunication/article/view/2587>. (Accessed: 15.05.2025). doi: 10.31673/2412-4338.2025.019647.
6. Amit Konar (2005). Cognitive Engineering: A Distributed Approach to Machine Intelligence. Series: Advanced Information and Knowledge Processing, Springer, Cham. – 354 p.
7. Transdisciplinary Engineering: Crossing Boundaries. Editors: Milton Borsato, Nel Wognum, Margherita Peruzzini, Josip Stjepandić, Wim J.C. Verhagen. Series: Advances in Transdisciplinary Engineering, Vol. 4, 2016.
8. Palagin A., Kryvyi S., Petrenko N. Ontological Methods and Means of Processing Subject Knowledge: Monograph. VNU named after V. Dal, Luhansk, 2012. 324 p.
9. Globa L., Novogrudska R., Koval O., Senchenko V. Ontology for Application Development. In: Ontology in Information Science, ed. Ciza Thomas, IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.74042. <https://www.intechopen.com/books/ontology-in-information-science/ontology-for-application-development>. Approved by the Academic Council No. 11; last accessed 27.11.2017. (Accessed: 12.05.2025).
10. MLOps: Continuous Delivery and Automation Pipelines in Machine Learning. <https://cloud.google.com/architecture/MLOps-continuous-delivery-and-automation-pipelines-in-machine-learning>. (Accessed: 12.05.2025).

-
11. J.A. Bondy, U.S.R. Murty (2008). Graph Theory. Springer. 654 p.
 12. Lamberts, K. Knowledge, Concepts and Categories (K. Lamberts & D. Shanks, Eds.). Psychology Press, 2013. 478 p.
 13. Barendregt H. P. The Lambda Calculus: Its Syntax and Semantics. Studies in Logic and Foundations of Mathematics, Vol. 103. North-Holland Publishing Company, Amsterdam, New York, and Oxford, 1981, xiv + 615 pp.
 14. Kleene, S. C., Beeson, M. Introduction to Metamathematics. Ishi Press International, 2009. 572 p.
 15. Stjepandić, J., Wognum, N., Peruzzini, M., et al. Transdisciplinary Engineering: A Paradigm Shift. Proceedings of the 24th ISPE Inc. International Conference on Transdisciplinary Engineering, July 10–14, 2017, Vol. 17, p. 1092.
 16. Honchar, A. V., Stryzhak, O. Y., Berkman, L. N. Transdisciplinary Consolidation of Information Environments. Connectivity, 2021, Vol. 149, No. 1.
 17. Dovhyi, S., Stryzhak, O. Transdisciplinary Fundamentals of Information-Analytical Activity. In: Advances in Information and Communication Technology and Systems, MCT 2019. Lecture Notes in Networks and Systems, Springer, Cham, 2020. p. 99–126.