

Сергій ДАНІЛОВ,

аспірант кафедри менеджменту в будівництві

ORCID: 0000-0001-9111-9047

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ПРИНЦИПИ КОНФІГУРАЦІЇ АГЕНТНИХ ВЗАЄМОДІЙ У СКЛАДНОМУ ТРУДОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ ІТ-ПРОЄКТІВ

У сучасних умовах розвитку інформаційних технологій управління трудовими процесами у складних ІТ-проектах набуває рис самоорганізації та динамічної адаптації. У статті розглянуто принципи конфігурації агентних взаємодій у трудовому середовищі ІТ-проектів як інструменту підвищення ефективності управління командною діяльністю. Агентна модель взаємодії дозволяє розглядати кожного учасника команди як автономного агента, здатного приймати рішення, адаптувати поведінку до контексту завдань і взаємодіяти з іншими елементами системи у межах розподіленого середовища.

Розроблено концептуальні засади побудови архітектури агентних взаємодій, що ґрунтуються на принципах когнітивного обміну, комунікаційної узгодженості, гнучкого розподілу ролей і багаторівневого управління завданнями. Визначено, що ключовим фактором ефективності таких взаємодій є баланс між автономністю агента та централізованою координацією процесів. Запропоновано системну класифікацію типів агентних конфігурацій: ієрархічні, децентралізовані, гібридні та когнітивно-адаптивні, які відрізняються рівнем інформаційного зв'язку та швидкістю реакції системи.

Окремо досліджено вплив когнітивних факторів на динаміку взаємодії між агентами: довіра, інтелектуальна сумісність, рольова спеціалізація та здатність до спільного навчання. Запропоновано модель оцінки ефективності агентної взаємодії через індикатори продуктивності, інформаційної прозорості, рівня синхронізації рішень та індексу адаптивності команди. Встановлено, що конфігурація агентних зв'язків безпосередньо визначає швидкість прийняття рішень, узгодженість дій та рівень інноваційної активності проекту.

Результати дослідження мають прикладне значення для побудови мультиагентних систем управління ІТ-командами, розроблення алгоритмів адаптивного розподілу ресурсів та створення когнітивних панелей управління проектами. Запропоновані принципи можуть бути використані для оптимізації процесів комунікації, зменшення ризиків конфліктів та підвищення стійкості організаційної структури в умовах високої складності трудового середовища.

Ключові слова: *агентна взаємодія, ІТ-проект, когнітивна система, трудове середовище, командна динаміка, самоорганізація, інформаційна прозорість, адаптивне управління.*

Вступ. Сучасна індустрія інформаційних технологій характеризується високим рівнем динамічності, інтелектуальної насиченості та мультидисциплінарності трудових процесів. Управління ІТ-проектами потребує не лише ефективних технічних рішень, але й складних організаційно-комунікаційних моделей, здатних координувати роботу розподілених команд у режимі постійної зміни завдань і

пріоритетів. Традиційні методи централізованого управління поступово поступаються місцем агентно-орієнтованим системам, у яких учасники проєкту діють як автономні, але взаємопов'язані елементи єдиної когнітивної структури. Така парадигма передбачає можливість самостійного прийняття рішень на рівні кожного агента з одночасним забезпеченням глобальної узгодженості дій. Агентна взаємодія у трудовому середовищі ІТ-проєктів відкриває нові можливості для оптимізації комунікацій, підвищення ефективності управління ресурсами, прогнозування ризиків і забезпечення адаптивності команди до змін зовнішніх умов. Водночас вона потребує чітких принципів конфігурації, які визначають структуру інформаційних потоків, межі автономії, ролі агентів та механізми узгодження рішень.

Отже, формування ефективної архітектури агентних взаємодій є ключовим чинником стабільного функціонування ІТ-команд у складному середовищі проєктної діяльності. Це створює основу для розроблення моделей, що враховують поведінкові, когнітивні та соціальні аспекти управління у розподілених трудових системах.

Актуальність. Зростання складності ІТ-проєктів, поява розподілених команд і впровадження гібридних форм праці вимагають нових принципів організації взаємодії між учасниками. У таких умовах класичні управлінські підходи стають неефективними через обмежену швидкість прийняття рішень і втрати в комунікаціях. Агентна парадигма, яка передбачає самоорганізацію, гнучкість і когнітивну автономність учасників, стає необхідною умовою успішної реалізації ІТ-проєктів. Її актуальність визначається також потребою в інтеграції соціальних і технічних процесів у межах єдиної системи – «людина–технологія–інформація». Саме через агентну конфігурацію можливо досягти узгодженості між технічними модулями, програмними інструментами та людським потенціалом, перетворюючи команду на адаптивну мережу взаємодіючих агентів.

Розробка ефективних принципів такої конфігурації дозволяє мінімізувати ризики комунікаційних збоїв, забезпечити раціональний розподіл ролей, підвищити швидкість реагування на зміни та сформувати стійкі міжагентні зв'язки, що підтримують когнітивну цілісність ІТ-команди.

Постановка проблеми. Проблема полягає у відсутності системного підходу до моделювання агентних взаємодій у трудовому середовищі ІТ-проєктів. Незважаючи на активний розвиток мультиагентних систем у сфері штучного інтелекту, питання їх практичного застосування у проєктному менеджменті та організації командної роботи залишаються малодослідженими. Складність полягає в необхідності узгодження автономних дій окремих агентів із загальними стратегічними цілями проєкту. Невизначеність, інформаційні перевантаження, відмінності у когнітивних моделях учасників створюють ризики дезорганізації процесів і втрати ефективності.

Проблема конфігурації агентних взаємодій полягає у пошуку балансу між самоорганізацією та управлінською координацією, визначенні оптимальної структури комунікацій і побудові моделей, здатних забезпечити синхронізацію дій у багаторівневому трудовому середовищі ІТ-проєкту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Наукові дослідження останніх років розглядають агентне управління як перспективний напрям розвитку організаційних систем у цифрову епоху. Значна частина праць присвячена формалізації мультиагентних

моделей, механізмам когнітивної координації та поведінковим аспектам автономних агентів. Проте більшість робіт мають теоретичний характер і не враховують особливостей трудового середовища ІТ-проектів, де агентами виступають реальні учасники команди.

Недостатньо розробленими залишаються принципи побудови гнучких агентних структур, здатних адаптуватися до зміни контексту завдань, рівнів компетенцій і індивідуальних моделей сприйняття інформації. Відсутні узагальнені підходи до визначення параметрів ефективності агентних конфігурацій у людських колективах, що створює потребу у подальших дослідженнях інтеграційних і когнітивно-адаптивних систем взаємодії в ІТ-середовищі.

Метою цієї статті є розроблення концептуальних принципів конфігурації агентних взаємодій у складному трудовому середовищі ІТ-проектів, спрямованих на підвищення ефективності управління, адаптивності команд і когнітивної узгодженості між учасниками. Для досягнення цієї мети визначаються основні закономірності побудови агентних структур, умови забезпечення інформаційного балансу та механізми когнітивної взаємодії між агентами. Дослідження орієнтоване на створення теоретико-методичної основи для подальшого моделювання мультиагентних систем управління у сфері ІТ-проектів, які здатні забезпечити стійкість, узгодженість і самоорганізацію у динамічному цифровому середовищі.

Виклад основної інформації. У сучасних дослідженнях у сфері управління складними організаційними структурами, особливо в ІТ-секторі, дедалі більшої популярності набуває застосування агентного підходу, який дозволяє моделювати взаємодії між окремими елементами системи – агентами – як автономними, цілеспрямованими одиницями з можливістю ухвалення рішень. Теоретичні основи агентного моделювання беруть початок у міждисциплінарному поєднанні комп'ютерних наук, соціології, теорії ігор та кібернетики. Серед перших концептуальних робіт слід виділити дослідження М. Wooldridge і N. Jennings, які описали агентів як програмні структури, що здатні до автономії, соціальної взаємодії, реактивності та проактивності. У подальшому ці принципи почали адаптуватися до організаційних систем, зокрема в межах проєктного управління та цифрових середовищ.

У контексті ІТ-проектів, де важливими характеристиками є швидкість змін, високий рівень спеціалізації працівників, розподіленість команд і часте перепланування завдань, агентна модель стає надзвичайно релевантною. Тут агентами виступають як окремі спеціалісти (розробники, аналітики, тестувальники), так і цілі мікрокоманди, що взаємодіють у рамках загальної мети, дотримуючись при цьому локальних правил, протоколів взаємодії та персональних цільових функцій. Саме така структурна модель дозволяє не лише ефективно координувати дії в умовах неповної інформації та високої динаміки, а й прогнозувати результати взаємодій на основі симулятивних або аналітичних моделей.

Формалізація таких моделей передбачає використання математичних і обчислювальних методів для опису поведінки окремого агента a_i і всієї мультиагентної системи $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$. Зокрема, поведінку агента часто описують за допомогою функцій переходів стану, функцій корисності та стратегічних профілів. Одна з базових формул, що описує оптимізаційне завдання агента у взаємодії з іншими, виглядає так:

$$U(a_i) = \sum_{t=0}^T \gamma^t R(s_t, a_t) - C(a_t), \quad (1)$$

де $U(a_i)$ – очікувана вигода агента a_i , γ – коефіцієнт дисконтування, $R(s_t, a_t)$ – функція винагороди залежно від стану та дії, $C(a_i)$ – витрати агента на дію.

У контексті IT-проектів функції винагороди часто моделюється не лише через фінансові параметри, а й через показники завершення задач, досягнення цілей, рівень задоволеності користувача та ефективність взаємодії. Ідея полягає в тому, що агент виконує завдання, враховуючи як особисту вигоду (наприклад, зниження навантаження або підвищення професійної репутації), так і загальну мету проекту. Це дає змогу формалізувати конфлікт між локальними та глобальними цілями в системі [1].

Інший важливий аспект – адаптація концепції агентів до трудового середовища IT-галузі – передбачає розширення класичних визначень автономії та реактивності до таких характеристик, як соціальний інтелект, гнучкість ролей, еволюція компетенцій і здатність до навчання. У цьому контексті агенти не лише діють відповідно до початково заданих алгоритмів, а й змінюють свою поведінку залежно від досвіду, нових даних і змін зовнішнього середовища. Для опису такого процесу доцільним є використання моделі навчання на основі зворотного зв'язку, яка може бути формалізована через оновлення політики дій:

$$\pi_{t+1}(a_i | s_t) = \pi_t(a_i | s_t) + \alpha \cdot [R_t + \gamma \cdot V(s_{t+1}) - V(s_t)], \quad (2)$$

де π_t – політика дій агента на момент часу t , α – швидкість навчання, R_t – винагорода на момент часу t , $V(s_t)$ – оцінка цінності стану.

Інтерпретація цієї формули в межах IT-проектів полягає в тому, що член команди змінює свою поведінку залежно від отриманого досвіду – наприклад, повторне обрання зручного способу вирішення завдання або коригування своїх дій унаслідок конфлікту інтересів із іншим агентом. Таким чином, ідея динамічного оновлення поведінки на основі досвіду є ключовою у концепції адаптивної агентності в трудовому середовищі.

Варто також зазначити, що агентні моделі в IT середовищі мають справу не лише з людьми, а й із цифровими агентами: ботами, модулями автоматизації, AI-асистентами. Це створює новий клас гетерогенних агентних систем, де взаємодіють біологічні та штучні суб'єкти. Синергія таких систем базується на чіткому визначенні протоколів комунікації, формалізованих API та онтологіях, що дозволяє поєднувати людське інтуїтивне мислення з алгоритмічною ефективністю цифрових елементів. Наприклад, взаємодія інженера DevOps з CI/CD системою є прикладом агентної взаємодії між людиною та цифровим агентом, де кожна сторона виконує свою роль у спільному процесі без постійного ручного втручання [2].

Ще одна формула, що актуалізує динаміку багатофакторної взаємодії агентів у середовищі IT-команди, пов'язана з оцінкою узгодженості цілей та оптимізацією ресурсного балансу в системі. Вона може бути подана як багатокритеріальна функція задоволення колективу:

$$F(A) = \lambda_1 \cdot \sum_{i=0}^n f_i(a_i) + \lambda_2 \cdot \sum_{(i,j) \in E} w_{ij} \cdot g(a_i, a_j) + \lambda_3 \cdot h(R), \quad (3)$$

де $f_i(a_i)$ – локальна ефективність агента, $g(a_i, a_j)$ – синергія або конфлікт між агентами a_i та a_j , w_{ij} – вага взаємодії, $h(R)$ – ефективність розподілу ресурсів R , λ_k – вагові коефіцієнти впливу.

Ця модель дозволяє зважено оцінити, наскільки ефективно конфігурація агентної структури забезпечує досягнення мети проєкту. Вона застосовується у симуляційних системах планування проєктів, автоматизованих конфігураторах команд та системах рекомендацій в управлінні ІТ-ресурсами.

У контексті складного трудового середовища ІТ-проєктів агентні взаємодії не є хаотичними або виключно імпровізаційними – вони мають чітку структуру, засновану на параметризації ролей, функцій та обмежень. На відміну від класичних організаційних ієрархій, агентні підходи дозволяють вільніше конфігурувати взаємодію учасників, моделюючи її як множину індивідуальних автономних суб'єктів, які функціонують у динамічному інформаційному полі. Визначальними є характеристики кожного агента, що розглядаються в трьох площинах: соціальна поведінка (командна взаємодія, здатність до кооперації), технічні компетенції (технології, інструменти, середовища), організаційна вбудованість (роль у структурі, підпорядкованість, відповідальність).

У сучасних ІТ-проєктах агенти можуть набирати форму як індивідуальних виконавців (розробник, тестувальник, DevOps-інженер), так і агрегованих структур – мікрокоманд, модульних підрозділів, віртуальних ролей. Взаємодія між ними відбувається не лише на рівні командних зустрічей або звітності, а в рамках формалізованих, але гнучких протоколів: вони описують, коли і як передається інформація, як приймаються рішення, хто ініціює зміни, як реагують агенти на порушення цілісності процесу. В цьому середовищі важливими стають такі характеристики, як часові інтервали синхронізації, прозорість метрик продуктивності, пріоритетність потоків завдань.

Саме через ці параметри в ІТ-проєктах широко використовуються гнучкі методології управління (Scrum, Kanban, SAgE), які дозволяють адаптивно конфігурувати агентів у середовищі постійної змінності. Scrum, наприклад, орієнтований на короткі спринти, де кожен агент має чітко визначену роль (Scrum Master, Product Owner, Development Team), а обмін інформацією відбувається через Daily Standups. Kanban забезпечує візуалізацію потоків і виявлення вузьких місць у системі, зберігаючи при цьому децентралізовану структуру ухвалення рішень. SAgE інтегрує різноманітні агентні структури – від окремих команд до цілого Value Stream, поєднуючи гнучкість із масштабістю, що особливо важливо в середовищі великих проєктів і мультикомандних структур [3].

Щоб краще уявити, як відбувається конфігурація агентів у такому середовищі, доцільно представити рис. 1, що ілюструє послідовність визначення параметрів агентів, їх інтеграцію в організаційну структуру, і координацію взаємодії через відповідну методологію управління:

Як ми бачимо, процес конфігурації агентної структури є циклічним і включає не лише початкове визначення ролей, а й постійне оновлення взаємодії на основі фідбеку та аналітики. Це забезпечує адаптацію системи до зміни ресурсів, термінів, вимог замовника та зовнішніх умов.

З математичної точки зору, взаємодія таких агентів може описуватися через матрицю комунікаційної інтенсивності M , де кожен елемент m_{ij} означає частоту або важливість взаємодії між агентами a_i та a_j :

$$M = \begin{bmatrix} 0 & \dots & m_{2n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ m_{n1} & \dots & 0 \end{bmatrix}, \quad (4)$$

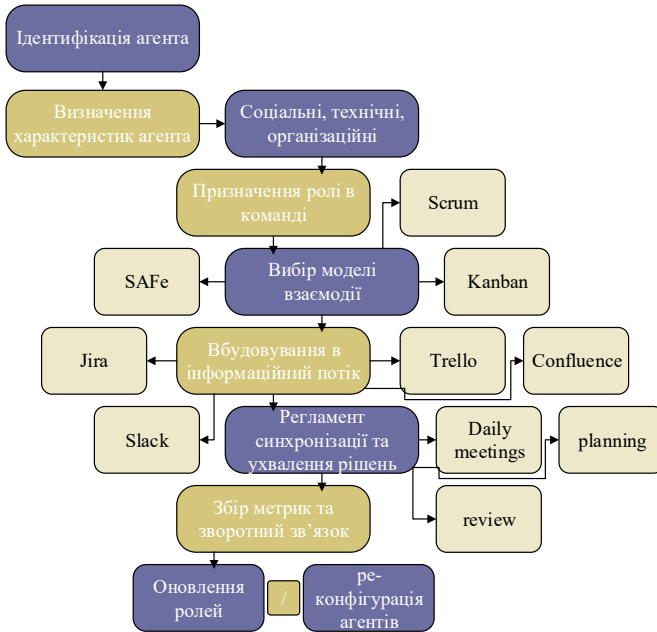


Рис. 1. Конфігурація агентних взаємодій в ІТ-середовищі
(розроблено автором на основі [3])

Ця матриця використовується для визначення найбільш критичних зв'язків у команді, виявлення ланцюгів передачі інформації та візуалізації мережі взаємозалежностей, що, у свою чергу, може застосовуватися для планування перерозподілу ролей, зміни моделі управління або інтервенцій у випадку конфліктів.

Формування таких агентних структур особливо важливе в умовах віддаленої або гібридної роботи, де фізична присутність команди в одному просторі замінюється цифровими середовищами, а інтенсивність взаємодії часто залежить від ступеня автоматизації, використання платформ синхронізації (Slack, MS Teams), інструментів візуального управління завданнями (Miro, Trello), та систем моніторингу ефективності (Clockify, TimeDoctor).

ІТ-проекти, на відміну від класичних виробничих систем, характеризуються високим ступенем динаміки, коли цілі можуть змінюватися впродовж коротких проміжків часу, а способи їх досягнення – модифікуватися відповідно до ринкових, технічних або кадрових факторів. У таких умовах традиційні централізовані підходи до управління втрачають ефективність, поступаючись місцем децентралізованим і гнучким системам, основою яких є агентна взаємодія з елементами самоорганізації, адаптації та динамічного балансування ролей. Ключовим завданням стає побудова такої структури, яка не потребує постійного

ручного коригування, а натомість володіє внутрішніми механізмами перебудови залежно від контексту і завдань [4].

Принцип адаптивності передбачає здатність агентної системи реагувати на зовнішні та внутрішні збурення без втрати функціональності або продуктивності. Це досягається через впровадження ітеративних циклів планування (наприклад, спринтів у Scrum), застосування метрик прогнозованості (velocity, burn-down rate), а також через делегування повноважень на рівень окремих мікрокоманд. В умовах ІТ-проектів адаптивність також виявляється в готовності до заміни технологічного стеку, переоцінки пріоритетів, інтеграції нових інструментів або навіть зміни архітектурних підходів. Наприклад, поява нового безпечнішого API або вимога з боку замовника змінити фреймворк може ініціювати миттєву реакцію всієї агентної структури: зрушення завдань у backlog, перегляд відповідальностей, адаптація тестових сценаріїв.

Самоорганізація – ще один фундаментальний механізм, який забезпечує функціонування системи без зовнішнього централізованого втручання. Теорія самоорганізованих систем передбачає, що у багатокомпонентному середовищі взаємодія елементів із простими локальними правилами може призводити до виникнення складної і скоординованої глобальної поведінки [5]. У трудовому середовищі ІТ-проекту це означає, що команди, маючи чітке розуміння цілей, здатні самостійно розподіляти завдання, ініціювати комунікації, виявляти неефективності й усувати їх без директивного втручання. Наприклад, у гнучких командах розробники самі обирають задачі зі спринт-беклогу відповідно до своєї завантаженості та експертизи, погоджують залежності з іншими, ініціюють pull request без очікування вказівки згори.

Формально така система може бути змодельована через багаторівневу ітераційну модель організації з вбудованими зворотними зв'язками. Один з варіантів представлення цього — формалізація самоорганізації через оновлення матриці комунікацій:

$$M(t + 1) = \beta \cdot M(t) + (1 - \beta) \cdot \Delta M, \quad (5)$$

де $M(t)$ – матриця взаємодій на момент часу t , ΔM – зміни в комунікаційній структурі, ініційовані самими агентами, $\beta \in [0, 1]$ – інерційний параметр.

Цей механізм описує, як з часом елементи системи перебудовують свої зв'язки на основі попередніх комунікацій, реакцій на задачі, ефективності рішень. Таким чином, самоорганізація – це не хаос, а динамічна стабільність, яка підтримується завдяки чутливості до зворотного зв'язку.

Балансування ролей – критичний елемент, який забезпечує рівномірний розподіл навантаження, уникнення вузьких місць і запобігання емоційному вигоранню. На практиці це означає, що в агентних структурах можливе динамічне зміщення ролей – наприклад, аналітик може виконувати обов'язки тестувальника в період зниження навантаження, а фронтенд-розробник – тимчасово виконувати функції DevOps. Такий підхід вимагає від системи наявності механізмів виявлення перевантажень і дефіциту компетенцій, які реалізуються через цифрові панелі моніторингу (Jira Velocity Charts, Trello Load Index, GitHub Insights). Ці метрики дозволяють виявляти небаланси і стимулювати коригування ролей [6].

Математично таке балансування може бути подано через оптимізацію функціоналу з обмеженням:

$$\min \sum_{i=1}^n \left(\frac{L_i - L^-}{L^-} \right)^2 \text{ за умови: } C(a_i) \leq C_{\max}, \quad (6)$$

де L_i – навантаження на агента a_i , L^- – середнє навантаження, $C(a_i)$ – вартість переорієнтації ролі, $C_{\max}$ — допустимий поріг витрат.

Це означає, що система прагне зменшити розкид у навантаженні між агентами за умови, що загальна вартість зміни ролей не перевищує допустиму. Такі підходи використовуються в автоматизованих системах планування задач, що базуються на методах лінійного програмування, еволюційних алгоритмах або навіть нейронних мережах.

В умовах високої мінливості задач та інтенсивного зовнішнього середовища в ІТ-проектах ці три принципи – адаптивність, самоорганізація та балансування – не існують окремо, а формують єдину систему, яка забезпечує оперативність реакції, стійкість до збоїв і ефективність у досягненні стратегічних цілей. У наступному фрагменті я розкрию, як цифрові середовища забезпечують технічну інфраструктуру для такої взаємодії. Якщо згодні – продовжую [7].

Продовжуючи розгортання другого питання, варто глибше зосередитися на механізмах формування агентної архітектури у складному трудовому середовищі ІТ-проектів, де ключову роль відіграє взаємозв'язок між характеристиками агентів, цифровим контекстом середовища та застосованою методологією. Складність цієї архітектури полягає в необхідності одночасно координувати різнорівневі агенти (індивідуальні працівники, крос-функціональні команди, штучні модулі) з різними рівнями автономності, компетенції, мотивації та залежності від цифрових систем.

В основі ефективної конфігурації агентів лежить не тільки структурне позиціонування, а й визначення інформаційних траєкторій, які забезпечують синхронізацію і масштабовану адаптацію поведінки агентів. Ці траєкторії формуються внаслідок трьох типів зв'язків: інформаційно-регламентованих (формальні канали, типу Jira або Asana), поведінково-контекстуальних (спільні норми, культура взаємодії), та цифрово-залежних (взаємодія з ботами, API, системами інструментального супроводу) [8]. Аби систематизувати усі ці аспекти у єдину модель, доцільно продемонструвати їх на рисунку 2 – багаторівневої конфігурації агентів у середовищі цифрового ІТ-проекту.

Даний рисунок демонструє, як формуються багаторівневі агентні системи, в яких агенти не є статичними елементами, а функціонують у тісній взаємодії з цифровими платформами. Кожен рівень виконує специфічну функцію: стратегічний – задає цілі та обмеження, координаційний – транслює мету в задачі, виконавчий – реалізує функціонал, цифровий – забезпечує інформаційні потоки та автоматизацію, аналітичний – генерує зворотний зв'язок для адаптації всієї системи. У такій структурі агентні одиниці одночасно є учасниками організаційної взаємодії та об'єктами цифрової модерзації, що створює передумови для формування еволюційних структур, здатних до самооптимізації [9].

Така структура підтверджує актуальність застосування концепції розширеної агентності в ІТ-галузі – не лише як моделі кооперації між людьми, а й як системи симбіозу людини й цифрових агентів, які беруть участь у прийнятті рішень, реалізації задач і забезпеченні емерджентної цілісності всієї проєктної архітектури. Це – фундамент для переходу до наступного рівня аналізу: самоорганізації, ролевої адаптації та динамічного балансування агентних взаємодій, яке буде розкрито в третьому питанні [10].

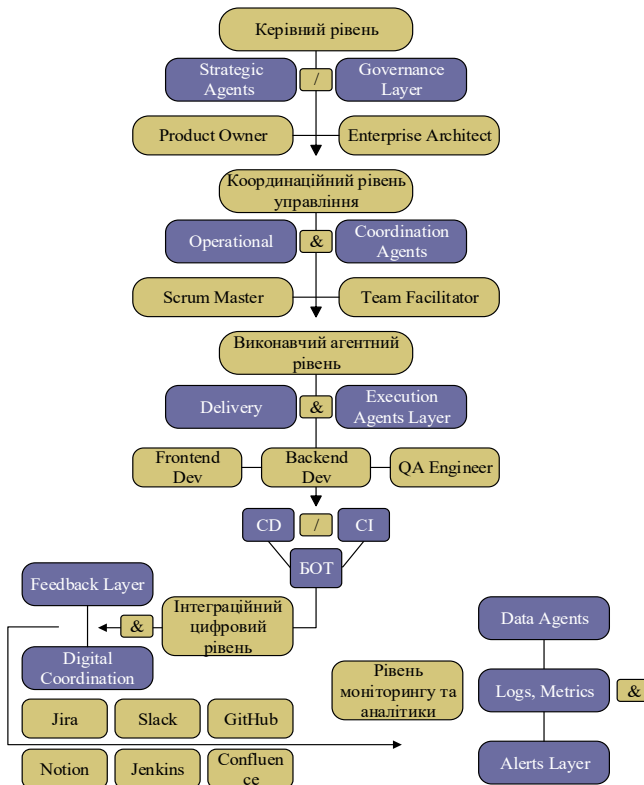


Рис. 2. Багаторівнева модель конфігурації агентних структур у цифровому ІТ-середовищі (розроблено автором на основі [8])

Висновок.

Проведене дослідження засвідчує, що формування ефективних принципів конфігурації агентних взаємодій у складному трудовому середовищі ІТ-проектів є ключовою передумовою підвищення керованості, гнучкості та когнітивної стійкості командних систем. Агентна парадигма дозволяє розглядати процес управління як багаторівневу мережу динамічних зв'язків між автономними, але взаємозалежними елементами, здатними до самоорганізації, обміну знаннями та адаптації до змін контексту.

У статті обґрунтовано, що результативність агентної взаємодії визначається не лише структурними параметрами системи, але й когнітивними характеристиками агентів – рівнем довіри, взаємного розуміння, інтелектуальної сумісності та комунікаційної прозорості. Саме узгодження цих чинників формує синергетичний ефект, що забезпечує ефективний розподіл завдань, швидкість прийняття рішень і стійкість до невизначеності.

Розроблені принципи – адаптивності, когнітивної узгодженості, інформаційної прозорості, ієрархічно-децентралізованої координації та гнучкої ролевої спеціалізації – створюють теоретико-методичну основу для побудови багаторівневих систем управління в IT-проектах. Вони дозволяють узгодити автономію окремих агентів із загальною стратегією проекту, мінімізувати комунікаційні втрати та забезпечити оптимальний баланс між самоорганізацією і централізованим контролем.

Практичне значення дослідження полягає у можливості використання отриманих результатів при розробленні мультиагентних моделей управління IT-командами, створенні інтелектуальних панелей моніторингу трудових процесів та алгоритмів адаптивного розподілу ресурсів. Застосування запропонованих принципів дає змогу підвищити ефективність колективної діяльності, скоротити часові лаги ухвалення рішень і посилити когнітивну інтеграцію між членами команди.

Отже, агентна конфігурація трудових систем в IT-проектах виступає новим підходом до управління складними соціотехнічними середовищами, у якому інтелектуальна автономія поєднується з системною координацією, а інформаційна взаємодія – із когнітивною синхронізацією. Це відкриває перспективи для подальших досліджень у напрямі побудови гібридних когнітивно-агентних платформ управління, здатних забезпечити стабільний розвиток і високу ефективність IT-команд у динамічному цифровому просторі.

Список літератури:

1. Wouter WL Nuijten, Bert de Vries. Reactive Environments for Active Inference Agents with RxEnvironments.jl. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2409.11087>. URL: <https://arxiv.org/abs/2409.11087>.
2. Francesco Pacenza Reasoning in Highly Reactive Environments. *In Proceedings ICLP 2019*, arXiv:1909.07646. <https://doi.org/10.4204/EPTCS.306.57>. URL: <https://arxiv.org/abs/1909.08260>.
3. Rehman M. M. Agile Project Management: A Deep Dive into Scrum, Kanban, and SAFe. GETUS Communications Ltd, 2025. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/agile-project-management-deep-dive-scrum-kanban-safe-rehman-mmrm-mmmcnflinkedin.com>.
4. Leffingwell D. SAFe 6: The Scaled Agile Framework. Scaled Agile, Inc., 2023. URL: <https://scaledagileframework.com/safe>.
5. Вельчко В.О., Войнова С.В., Граньяк В.М. та ін. Нові інформаційні технології, моделювання та автоматизація. Тернопіль: ТНТУ, 2023. 202 с.
6. Preisler T., Renz W. Structural Adaptations for Self-Organizing Multi-Agent Systems. *The Seventh International Conference on Adaptive and Self-Adaptive Systems and Applications (ADAPTIVE 2015)*. URL: https://www.researchgate.net/publication/274248803_Structural_Adaptations_for_Self-Organizing_Multi-Agent_Systems.
7. Хоменко О., Петренко Г., Рижакова Г., Петруха Н., Чуприна Ю., Малихіна О., Кушнір О. Сучасні інструменти та програмні продукти адміністрування будівельними організаціями в умовах трансформації операційних систем менеджменту. *Управління розвитком складних систем*. 2022. № 52. С. 113–125.

8. Субботін С.О., Олійник А.О., Олійник О.О. Ітеративні, еволюційні та мультиагентні методи синтезу нечіткологічних і нейромережних моделей: монографія / під заг. ред. С.О. Субботіна. Запоріжжя: ЗНТУ, 2009. 375 с.

9. Чуприна Ю.А., Петренко Г.С., Гриненко І.М., Поколенко В.О. Методологічна регламентація та аналітико-інформаційне забезпечення процесно-орієнтованого менеджменту в сучасній системі будівельного девелопменту. *Управління розвитком складних систем*. 2021. № 48. С. 125–134.

10. Shoham Y., Leyton-Brown K. Multiagent systems: algorithmic, game-theoretic, and logical foundations. Cambridge: Cambridge University Press, 2009. URL: <https://surl.li/zinwpl>.

11. Weiss G. (ed.). Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence. Cambridge: MIT Press, 2013. URL: <https://mitpress.mit.edu/books/multiagent-systems>

Serhiy DANILOV

Principles of configuring agent interactions in a complex labor environment of it projects

In the modern context of information technology development, the management of labor processes in complex IT projects acquires the features of self-organization and dynamic adaptation. The article examines the principles of configuring agent interactions within the labor environment of IT projects as a tool for enhancing the efficiency of team management. The agent-based interaction model makes it possible to consider each team member as an autonomous agent capable of making decisions, adapting behavior to the task context, and interacting with other elements of the system within a distributed environment.

Conceptual foundations have been developed for constructing the architecture of agent interactions, based on the principles of cognitive exchange, communicative coherence, flexible role distribution, and multilevel task management. It is determined that the key factor in the effectiveness of such interactions is the balance between agent autonomy and centralized process coordination. A systematic classification of agent configuration types is proposed: hierarchical, decentralized, hybrid, and cognitively adaptive, which differ in the level of information connectivity and the system's response speed.

The study also investigates the impact of cognitive factors on the dynamics of interactions between agents, such as trust, intellectual compatibility, role specialization, and the ability for collective learning. A model for assessing the effectiveness of agent interaction is proposed, using indicators of performance, informational transparency, decision synchronization level, and team adaptability index. It is established that the configuration of agent connections directly determines the speed of decision-making, the coherence of actions, and the level of project innovation activity.

The results of the study have practical significance for building multi-agent IT team management systems, developing algorithms for adaptive resource allocation, and creating cognitive project management dashboards. The proposed principles can be used to optimize communication processes, reduce the risk of conflicts, and enhance the resilience of organizational structures under conditions of high labor environment complexity.

Keywords: *agent interaction, IT project, cognitive system, labor environment, team dynamics, self-organization, informational transparency, adaptive management.*