



УДК 005.8

DOI: <https://doi.org/10.17721/AIT.2021.1.10>

В. В. Морозов, orcid.org/0000-0001-7946-0832,
М. В. Проскурін, orcid.org/0000-0002-6601-3133,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Моделі проактивного управління змінами у проєктах створення та розвитку розподілених інформаційних систем

Розглянуто підходи до формування моделей проактивного управління проєктами створення та розвитку розподілених інформаційних систем. Досліджено особливості розподілених ІТ-проєктів як складної адаптивної системи, що розвивається за численних взаємопов'язаних обмежень. Зроблено висновок, що у цьому випадку самі проєкти носять розподілений характер. Проаналізовано основні тренди розвитку таких систем, виявлено основні закономірності та проблеми. Зосереджено увагу на розгляді базових складових компонент таких систем і запропоновано формалізовані моделі для опису їхньої взаємодії. Приділено увагу формуванню та реалізації проєктів щодо створення складних систем на базі розподілених інформаційних систем, де основні особливості полягають у дії значної кількості складних впливів із боку турбулентного зовнішнього оточення. Досліджено питання реакцій проєкту на впливи цих змін. Для вирішення питань з управління такими складними проєктами запропоновано застосування проактивного підходу. Досліджено наслідки змін у процесах створення вказаних систем. Побудовано математичну модель мінімізації впливів змін на елементи проєкту під час управління складними проєктами та запропоновано підхід до управління конфігурацією таких проєктів, що в цілому дозволяє побудувати схему процесу ефективного управління проєктами.

Ключові слова: проактивне управління, розподілені інформаційні системи, ІТ-проєкти, управління проєктами, конфігурація проєкту, впливи, макротренди.

Для цитування (for citation): В. В. Морозов, М. В. Проскурін. "Моделі проактивного управління змінами у проєктах створення та розвитку розподілених інформаційних систем," *Сучасні інформаційні технології*, vol. 1, p. 76–85, 2021.

ВСТУП

Сучасні тенденції розвитку хмарних технологій передбачають значні зусилля розробників щодо створення розподілених інформаційних систем (РІС). У свою чергу, розроблення методологій і систем управління проєктами дає можливість використовувати сучасні технології управління для забезпечення швидкого й ефективного створення таких РІС. Застосування проактивного підходу дозволяє будувати інтегровані системи управління шляхом створення складних ІТ-продуктів, що користуються експоненціально зростаючим попитом.

Специфіка управління розвитком РІС свідчить про створення розподілених ІТ-проєктів, включаючи створення та розвиток розподілених інформаційних систем. Нині це означає, що буде розв'язано низку досить складних проблем. Складність цих проблем безпосередньо залежить від складності проєкту та великої кількості скла-

дних поперечних впливів і взаємодій усередині та поза проєктом (середовище проєкту). Водночас проєкти та середовище перебувають у стані постійних змін і, як наслідок, піддаються постійній самомодифікації.

Як зазначено в [1], схеми взаємодії, що використовуються у реалізації проєктів і функціонуванні ІТ-компаній, зображено на рис. 1 як макротенденції та їхній вплив на проєкти й організації.

Макротренди визначають, як розробляються проєкти в компаніях, включаючи великих ІТ-гравців, і з якими особливостями проєкту мають справу ці компанії. Крім того, ці макротренди допомагають створити глобальну картину та скласти прогнози щодо результативності проєкту – витрати, доходи, терміни тощо.

Існуючі системи управління проєктами зосереджено на розв'язанні задач лінійного призначення [2]. Насправді, продемонстровані системи не спрямовані на ефективне управління проєктом

© Морозов В. В., Проскурін М. В., 2021



у цілому, оскільки на нього впливає сукупність складних взаємозалежних подій і пов'язаних із ними реакцій.

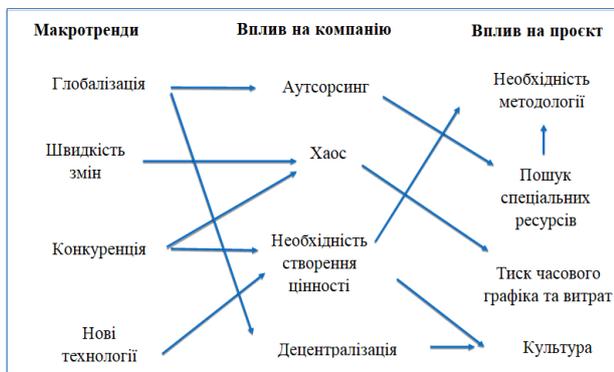


Рис. 1. Макротренди та впливи на створення РІС

Цей факт вимагає подальшого розроблення підходів до побудови систем управління для складних ІТ-проєктів, зокрема і використання проактивних інструментів. Ось чому важливо вивчати процеси попереджувального (випереджувального) управління для розроблення складних розподілених проєктів. Враховуючи зазначені тенденції та пов'язані з ними складні багатокритеріальні місії активного управління у створенні нових ІТ-продуктів, ми розглянемо подальший матеріал.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Використання ініціативних підходів до управління у проєктах, а також у розвитку організацій вивчали Н. Бушуєва, С. Бушуєв. У дослідженні [3] запропоновано модель “маріонетки”; автор дослідження зосереджений на технічних, управлінських і ділових аспектах як орієнтирах для збалансованого активного управління. Ці аспекти є сферами індукованої невизначеності, що великою мірою визначає моделі, які застосовують у проєктах.

Управління проєктами, засноване на проактивному підході, також вивчалось у роботах [4–7].

Автори, що розглядають проблематику та перспективи розвитку розподілених систем [8, 9], зазначають певну динаміку та тенденції у проєктах цього типу. Останнє доводить справжню складність і неоднозначність процесу. Тенденції, продемонстровані в [10], також виявляють деякі складні місії та неоднозначність в управлінні створенням і розвитком РІС. Тому видається раціональним використовувати активні заходи управління.

Проте використання проактивного управління у створенні та розвитку РІС є недостатньо ви-

вченим. Організації, що займаються такими дослідженнями, найбільш чутливі до згаданих макротрендів; отже, на створення РІС зрештою впливають зазначені тенденції. Цей факт пояснюється посиленням розвитком і використанням інноваційних технологій, їхніми швидкими змінами, попитом на ринку, а також необхідністю адаптації до сильно турбулентного середовища.

МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ТА РОЗВИТКУ РІС

Динаміка розвитку проєкту визначається багатьма складними впливами. Впливи можна розділити на декілька груп: ті, що походять із зовнішнього середовища, ті, що походять з внутрішнього середовища організації, управлінські впливи та реакції проєкту на всі ці події. Іншими словами, у нас є чотири системи (продукт, проєкт, організація та середовище), де всі компоненти взаємодіють між собою, і кожна ситуація унікальна [11–13].

Оскільки хмарні технології є невід’ємною частиною розподілених інформаційних систем, цілий комплекс питань, пов’язаних з їхнім розробленням і використанням, стає предметом створення та розвитку РІС. Тому проблеми синхронізації даних із корпоративними та хмарними службами, безпеки та захисту даних, надійності, масштабованості тощо є важливими для аналізу в межах передбачуваного управління проєктами цього типу [14].

З огляду на наведені приклади проєктів створення та розвитку РІС, ми можемо виокремити основні сфери впливу у використанні активного управління: учасники проєкту, користувачі, акціонери, фізичні та програмні компоненти системи, правила взаємодії, що застосовуються до системних компонентів, мережних послуг, а також хмарні технології [15]. Це показано на моделі РІС, рис. 2.

Розширення кола місій для створення сучасних інформаційних систем, збільшення їхньої складності, неоднозначності та посилення турбулентності у зовнішньому середовищі, великих обсягів інформації вимагає нових технічних рішень для забезпечення ефективної інтеграції різномірних інформаційних ресурсів, що визначаються такими вимогами: надійність, безпека, незалежність від типу операційної системи чи мережі зв’язку тощо [16]. Серед цих інструментів можуть бути розподільні інформаційні системи (РІС), які зараз активно використовуються для розв’язання вказаних проблем і представляються універсальним підходом для різних сфер діяльності [17–20].

Оскільки створення РІС пов'язане з ІТ-проектом і характеризується не тільки функціональною та конструктивною складністю, але й великою кількістю змін на етапах планування, а особливо на етапах реалізації проекту.

Використання хмарних технологій у розподілених інформаційних системах трансформує сприйняття продукту як послідовність створення та розвитку РІС [21].

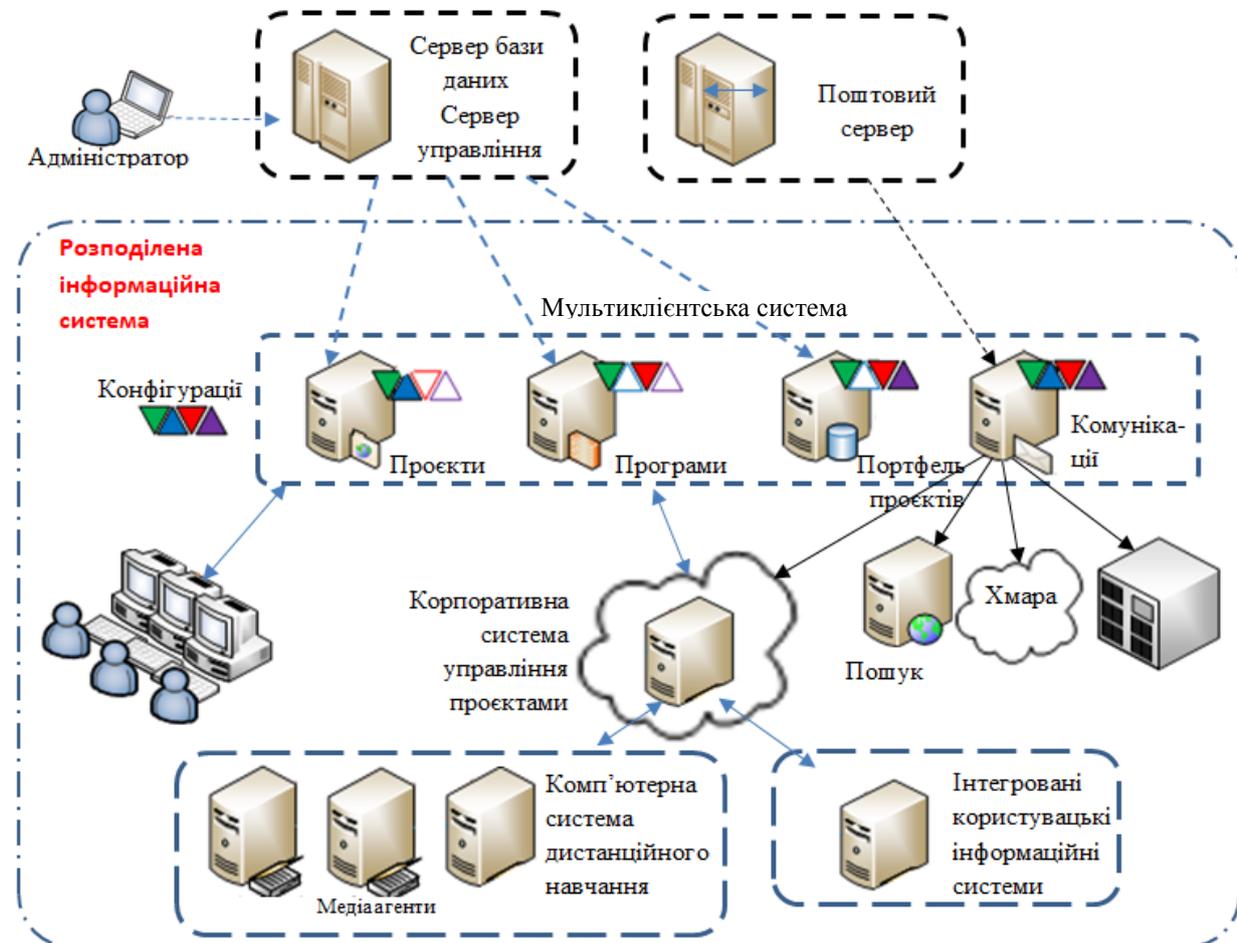


Рис. 2. Приклад розроблюваної розподіленої інформаційної системи управління проектами та програмами

Тому моделювання товару – це перший крок до активного управління проектами. Цей процес виконується на стадії концептуалізації проекту. Однак на ранніх стадіях концептуалізація товару недостатня для забезпечення ефективного проактивного управління моделюванням товару [22, 23]. Слід проводити систематичне оновлення затвердженої моделі, щоб зв'язати її параметри з фактичними умовами зовнішніх факторів.

Відмінною рисою активного управління є запобігання негативним подіям (інцидентам) шляхом контролю ключових показників, виявлення потенційних проблем на основі слабких сигналів і моделювання сценаріїв перебігу подій. Хоча справжня проблема полягає в управлінні великою кількістю параметрів [24], а також у контролі та прогнозуванні, що з бюджетного погляду є досить коштовним.

Оскільки для проектів цього типу часто потрібні знання з різних дисциплін і використання безлічі технологій, процес моніторингу й аналізу має включати всі аспекти проекту та компонентів продукту, а також враховувати взаємодію між компонентами й елементами. Окрім цього, ми не повинні нехтувати фізіологічним компонентом, визначеним учасниками проекту.

Ця місія ускладнюється ще й тому, що екологічні зміни реалізації проекту продовжують зростати, і відбулися зміни можна трактувати по-різному. Технічно це ускладнює або майже неможливо вирішити проблему.

Керуючи створенням та розвитком РІС, слід вжити заходи для запобігання виникненню інцидентів. Ці заходи включають:

- визначити оптимальний формат для конфігурації продукту. За допомогою цього процесу



ми забезпечуємо найвищу відповідність товару потребам бізнес-стратегічного плану [25];

- забезпечити інформаційну безпеку та запобігання інцидентам безпеки;
- підтримувати нормальне функціонування інфраструктури на експлуатаційному рівні завдяки попереджувальним випробуванням;
- керувати процесами тестування та випуску, щоб запобігти використанню компонентів продукту, які мають деякі проблеми;
- керувати всіма зацікавленими сторонами та контролювати конфігурацію продукції.

У свою чергу, ініціативне управління перебуває на вершині згаданих вище процесів, що об'єднують їхні цілі та місії. Водночас це інструмент, який дозволяє частково відійти від звичного формату управління змінами. Цей формат намагається привести елементи проекту до запланованого стану [4]. Хоча він не враховує об'єктивні причини виникнення змін і зміни зовнішніх факторів. Можливо, не варто намагатися повернутися до початкових параметрів проекту, оскільки ситуація суттєво змінилася, і ці показники вже не цікаві для клієнта і не будуть відповідати цілям проекту.

Крім того, деякі зміни можуть бути настільки масштабними, що їхній вплив на компоненти проекту або продукту незворотний. У цьому випадку всі зусилля щодо приведення проекту в початковий стан будуть абсолютно марними [26].

Тому всі зміни можна розділити на дві категорії:

- зміни, що приносять позитивну динаміку та перспективи;
- зміни, що негативно впливають на ефективність проекту.

Обидві зміни можна простежити за допомогою активного управління. Однак справжнє питання полягає в тому, як класифікувати передбачувані інциденти, коли вони виявляються на ранній стадії. Цей підхід дозволяє розвинути два типи реакції на потенційні зміни.

Перший підхід полягає в тому, щоб сприймати зміни як позитивний фактор і продумати шляхи їхнього використання для покращення результатів проекту. Як варіант, проект можна цілісно змінити і перетворити в нову концепцію, зберігаючи початкові цілі або трохи змінюючи їх, щоби збільшити вартість товару або поліпшити його важливість для бізнесу. Крім того, важливо бачити загальну картину майбутнього продукту та проекту, стимулювати креативність, чіткість сприйняття реальності, відкритість до змін і гнучкість у виборі реакції в нових умовах проекту. Це може бути "другим вітром" для проекту, його модернізації.

Другий пропонує дещо статичну реакцію та застосування класичних інструментів управління змінами. Але навіть у цьому випадку активні дії можуть принести позитивні результати, мінімізуючи шанси побачити негативний інцидент у повному обсязі.

Варто зазначити, що рівень негативного впливу на проект визначається скоріше сприйняттям та інтерпретацією реальності учасниками проекту, які оцінюють ці події. Хоча впевненість у можливості прогнозувати майбутні події часто є оманною, заснованою на хибному сприйнятті того, що прогноз може бути зроблений шляхом аналізу минулих подій.

Джерелами, які потенційно можуть спричинити зміни, є зони між складними адаптивними системами. Ці зони – середовище, на яке впливають сусідні системи; саме тут ми спостерігаємо посилену турбулентність. У вказаних зонах ми шукаємо слабкі сигнали для виявлення потенційних інцидентів, які матимуть позитивний вплив на реалізацію проекту.

Компоненти конфігурації ІТ-продукту [25, 27] пов'язані з визначенням елементів, їхніх параметрів і відношенням до розробленої інформаційної системи. Те саме стосується елементів проекту (рис. 3) та середовища проекту.

Перегляд впливу середовища проекту на його елементи та фактори успіху показує, що саме цей вплив (або ігнорування цього впливу) дуже часто є головною загрозою провалу проекту.

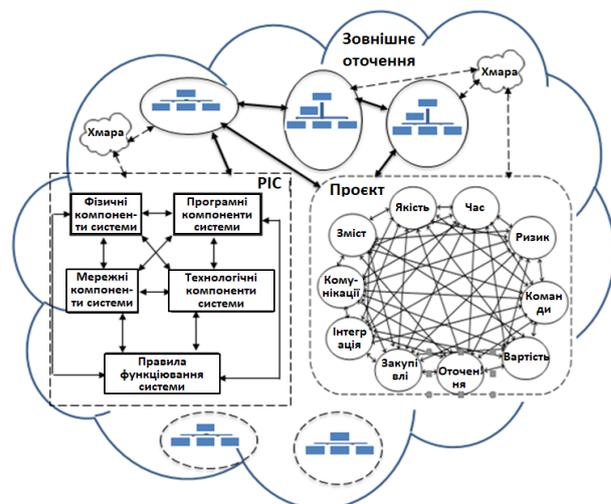


Рис. 3. Управління взаємодією елементів складних адаптивних систем

Вплив середовища проекту часто призводить до динамічних змін [28]. Вибірковий підрахунок цих змін веде до змін параметрів і характеристик практично всіх елементів в межах моделі "кону-



са". Причому питання проактивного впливу на функціонування розподілених інформаційних систем залишаються актуальними. Цю проблему можна розв'язати за допомогою активних підходів у проєктах із побудови таких систем.

Процеси створення продукту й управління IT-проєктами представлено як процеси в моделі "конуса".

$P = \{P^P, P^S\}$, де P^P – це сукупність процесів управління проєктами,

$P^P = \{p_1^P, p_2^P, \dots, p_i^P\}$, тут i – кількість процесів, пов'язаних з управлінням IT-проєктами; P^S – це сукупність процесів створення продукту,

$P^S = \{p_1^S, p_2^S, \dots, p_j^S\}$, де j – кількість процесів, пов'язаних із створенням IT-продукту.

Багато ресурсів у моделі "конуса" містять наявні та залучені (придбані) в межах проєкту матеріали, програмне забезпечення, робочу силу й інформаційні ресурси, які матеріалізуються в кінцевому продукті й утворюють нову бажану вартість у вигляді IT-проєкту продукту (PIC).

$R = \{R^M, R^H, R^P, R^I\}$, де R^M – це сукупність матеріальних ресурсів, задіяних у проєкті,

$R^M = \{r_1^M, r_2^M, \dots, r_l^M\}$, де l – кількість видів матеріальних ресурсів, необхідних у проєкті; R^H – сукупність людських ресурсів, що беруть участь у проєкті, $R^H = \{r_1^H, r_2^H, \dots, r_k^H\}$, тут

k – кількість видів людських ресурсів, залучених до проєкту; R^P – набір програмних ресурсів, що використовуються у проєкті,

$R^P = \{r_1^P, r_2^P, \dots, r_s^P\}$, де s – кількість видів програмних ресурсів, задіяних у проєкті; R^I – набір інформаційних ресурсів у проєкті t , $R^I = \{r_1^I, r_2^I, \dots, r_z^I\}$, тут z – кількість видів інформаційних ресурсів, задіяних у проєкті.

Зацікавлені сторони [6], що прямо впливають не тільки на функціональність майбутнього продукту проєкту, але й на успіх усього проєкту, суттєво позначаються на успіху IT-проєкту. Сюди можуть входити представники клієнта або замовника, користувачі IT-продуктів, постачальники, розробники, команди управління тощо.

$O^L = \{O^L, O^D\}$, де O^L – сукупність учасників проєкту (близьке оточення проєкту),

$O^L = \{o_1^L, o_2^L, \dots, o_f^L\}$, де f – це кількість учасників, які є частиною його близького оточення;

O^D – сукупність зацікавлених сторін (довгострокове середовище проєкту), $O^D = \{o_1^D, o_2^D, \dots, o_h^D\}$,

де h – це кількість зацікавлених сторін, які доцільні до довгострокового середовища проєкту.

Для IT-проєктів створення складних IT-продуктів характеризується сервісним компонентом, який вимагає стратегічного сервісу, служб розроблення, переходів, операцій і постійних вдосконалень [21]. $S = \{S^I, S^B, S^{US}\}$, де S^I – набір послуг, що підтримують IT-інфраструктуру,

$S^I = \{s_1^I, s_2^I, \dots, s_q^I\}$, де q – кількість служб підтримки IT-інфраструктури; S^B – набір послуг, що підтримують бізнес-додаток,

$S^B = \{s_1^B, s_2^B, \dots, s_w^B\}$, тут w – кількість служб

для підтримки бізнес-додатків; S^{US} – набір служб, що надають підтримку користувачам, $S^{US} = \{s_1^{US}, s_2^{US}, \dots, s_v^{US}\}$, де v – кількість служб підтримки користувачів.

Ми вже говорили про використання технологій для створення IT-продукту. Крім того, до цієї групи також входять технології для розроблення, управління, тестування, експлуатації та обслуговування продукту IT-проєкту. $Z = \{Z, Z^M, Z^I\}$,

де Z^C – набір технологій для розроблення та тестування продукту проєкту, $Z^C = \{z_1^C, z_2^C, \dots, z_c^C\}$,

тут c – кількість технологій, що використовуються для створення проєктного продукту; Z^M – набір технологій управління проєктами,

$Z^M = \{z_1^M, z_2^M, \dots, z_u^M\}$, де u – кількість технологій, що застосовуються для управління проєктом;

Z^I – сукупність технологій реалізації та підтримки проєктного продукту. $Z^I = \{z_1^I, z_2^I, \dots, z_y^I\}$,

тут y – кількість технологій, що використовуються для впровадження та підтримки проєктного продукту.

Компоненти конфігурації IT-продукту [19, 22] пов'язані з визначенням елементів, їхніх параметрів і відношенням до розробленої інформаційної системи. Те саме стосується елементів проєкту (рис. 1) та середовища проєкту.

$K = \{K^P, K^S, K^E, K^{DP}, K^S\}$, де K^P – набір параметрів проєкту, $K^P = \{k_1^P, k_2^P, \dots, k_r^P\}$, де

r – кількість параметрів проєкту; K^S – набір параметрів проєктного продукту,



$K^S = \{k_1^S, k_2^S, \dots, k_d^S\}$, де d – кількість параметрів продукту проекту; K^E – набір параметрів зовнішнього середовища проекту,

$K^E = \{k_1^E, k_2^E, \dots, k_\gamma^E\}$, де γ – кількість параметрів зовнішнього середовища проекту;

K^{DP} – набір вимог до проекту,

$K^{DP} = \{k_1^{DP}, k_2^{DP}, \dots, k_o^{DP}\}$, де o – це кількість вимог (умов, можливостей та обмежень), яким має відповідати проект; K^{DS} – набір вимог до продукту проекту, $K^{DS} = \{k_1^{DS}, k_2^{DS}, \dots, k_p^{DS}\}$, тут p – кількість вимог (умов, можливостей та обмежень), яким повинен відповідати проектний продукт.

Під потужністю продукту йдеться про сукупність $L = \{L^S, L^P, L^E\}$, де $L^S = \{l_1^S, l_2^S, \dots, l_\mu^S\}$ – набір значень пропусної здатності компонентів продукту, μ – кількість пропусних можливостей усіх компонентів продукту;

$L^P = \{l_1^P, l_2^P, \dots, l_\phi^P\}$ – кількість пропусних можливостей усіх компонентів продукту, ϕ – кількість пропусних можливостей усіх елементів проекту (процеси управління створенням продуктів і процеси управління проектом);

$L^E = \{l_1^E, l_2^E, \dots, l_x^E\}$ – сукупність значень впливу (ступенів впливу) зовнішнього середовища проекту, x – кількість значень впливу внутрішнього середовища проекту, а також впливів його зовнішнього середовища.

Доступність (під час створення продукту) визначається набором оцінок рівня виконання функцій і вимог (надійність, підтримка, справність, продуктивність, безпека).

$A = \{A^R, A^N, A^O, A^P, A^S\}$, де $A^R = \{a_1^R, a_2^R, \dots, a_\omega^R\}$ – сукупність оцінок, пов'язаних із надійністю, ω – кількість оцінок надійності;

$A^N = \{a_1^N, a_2^N, \dots, a_\sigma^N\}$ – набір оцінок рівня підтримки, σ – кількість оцінок можливостей підтримки; $A^O = \{a_1^O, a_2^O, \dots, a_\delta^O\}$ – сукупність оцінок справності, δ – кількість оцінок справності;

$A^P = \{a_1^P, a_2^P, \dots, a_\delta^P\}$ – набір оцінок ефективності, δ – кількість оцінок ефективності;

$A^S = \{a_1^S, a_2^S, \dots, a_\vartheta^S\}$ – набір оцінок безпеки,

ϑ – кількість оцінок безпеки.

З урахуванням цього, математичний опис запропонованої моделі «конус» можна представити таким чином:

$M = \{X, Y, H\}$, де $X = \{G, P, R, O, S, Z, K, L, A\}$ – набір вхідних параметрів моделі;

$Y = \{C_p, T_p, Q\}$ – сукупність вихідних параметрів, на основі якої ми визначимо ефективність процесів управління IT-проектами, де C_p – планова вартість створення елементів проекту, T_p – запланована тривалість життєвого циклу проекту (наведена) [6], O – якість проекту, що визначається якістю кінцевого продукту та якістю процесів реалізації проекту; H – набір каналів зв'язку між елементами моделі управління IT-проектами каналів зв'язку. $H = \{h_1, h_2, \dots, h_\varepsilon\}$, ε – кількість прямих зв'язків між усіма елементами моделі та $\bar{H} = \{\bar{h}_1, \bar{h}_2, \dots, \bar{h}_\varepsilon\}$, ε – кількість зворотних зв'язків між усіма елементами моделі.

У цьому випадку набір вихідних параметрів проектної моделі також може бути представлений у формі $X = \{x_i \mid i = 1, 2, \dots, N_1\}$, де N_1 – кількість областей знань моделі M_1 .

Тоді запланована вартість проекту буде виглядати так:

$$C_p = \sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j_1=1}^{T_p} \sum_{i_2=1}^{\varepsilon} (C_1(x_i, t_{j_1}) + C_2(h_{i_2})), \quad (1)$$

за обмежень

$$\forall (x_i \in X) \cup (q_i \in Q) \exists t_{j_1} \in T_p, T_p \geq 0$$

$$\text{та } C_p \leq C_b, C_b \geq 0,$$

де C_b – бюджетна вартість проекту (інвестиції),

C_1 – функція витрат на створення елементів вхідних параметрів з $\{X\}$ та час $t_{j_1} \in T_p$,

C_2 – функція витрат каналів зв'язку між елементами моделі з $\{X\}$.

Перегляд впливу середовища проекту на його елементи та фактори успіху показує, що саме цей вплив (або ігнорування цього впливу) дуже часто є головною загрозою провалу проекту.

Вплив середовища проекту часто призводить до динамічних змін. Вибірковий облік цих змін веде до змін параметрів і характеристик практично всіх елементів у межах моделі "конуса". У цьому разі питання проактивного впливу на функціонування розподілених інформаційних

систем залишаються актуальними. Указану проблему можна розв'язати за допомогою активних підходів у проєктах із побудови таких систем.

Сучасні умови, в яких слід розробляти та реалізовувати складні ІТ-проєкти, характеризуються спадом, періодичним фінансуванням, плинністю основного персоналу, змінами в технологіях, зміною уподобань споживачів, зміною кон'юнктури ринку, споживачів, користувачів тощо [29, 30]. Усе це вимагає частих змін не тільки "конусної" моделі "бази", але і кластерів знань. Отже, вплив турбулентності навколишнього середовища необхідно вводити в модель "конуса". У процесі отримання моделі "конус" вплив цього середовища слід вивчати шляхом подальшого впливу змін на всі елементи та характеристики складних ІТ-проєктів. Для успішного завершення проєкту всіма цими змінами потрібно керувати. В іншому випадку часті зміни ведуть до хаотичних ненормальних невідповідностей елементів системи, що призводить до її виходу з ладу. На рис. 4 представлено запропоновану модель управління змінами для ІТ-проєктів.

Особливістю запропонованої моделі є перегляд взаємодії системи створення продукту та необхідної системи управління проєктами (змінами) в умовах складних пересічних впливів турбулентного середовища.

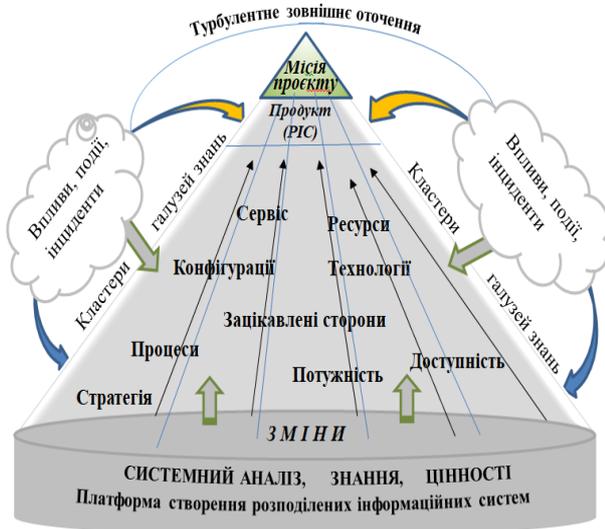


Рис. 4. Модель «конус» для дослідження впливів змін

Набори даних кожного із впливів генерують зміни в окремих компонентах моделі, у результаті чого змінюється процес створення розподілених інформаційних систем.

Ці зміни можуть призвести до проблем та інцидентів на різних етапах реалізації проєкту та продуктивності. Можливим рішенням уникнення

проблем або мінімізації їхнього впливу може бути раннє виявлення конкретних сигналів їхнього виникнення [31, 32].

Наявність турбулентного впливу середовища проєкту передбачає: додавання параметрів цього впливу до запропонованої моделі «конус» та реакції на неї як контрольних дій, що забезпечують стабілізацію моделі з виниклими відхиленнями.

Тоді модифікована модель проєкту матиме такий вигляд: $M_2 = \{X, Y, Q, I, U, V\}$, де $I = \{I^E, I^O\}$ – сукупність впливів на проєкт, I^E – сукупність впливів факторів навколишнього середовища, $I^E = \{i_1^E, i_2^E, \dots, i_e^E\}$, e – кількість можливих впливів зовнішнього середовища проєкту (політичний, економічний, соціальний, правовий, екологічний, технологічний аспекти); I^O – сукупність впливів зацікавлених сторін проєкту $I^O = \{i_1^O, i_2^O, \dots, i_b^O\}$, b – кількість можливих впливів проєкту з далекого та близького оточення (вторинні й основні зацікавлені сторони); U – сукупність станів ІТ-проєкту, $U = \{u_1, u_2, \dots, u_\beta\}$, β – кількість можливих станів моделі через вплив на довкілля та зацікавлені сторони проєкту; V – сукупність реакцій проєкту на зовнішні впливи, $V = \{v_1, v_2, \dots, v_a\}$, a – кількість керуючих дій, орієнтованих на стабілізацію моделі у разі відхилення її параметрів від заданих значень.

Беручи до уваги вплив зовнішнього середовища та зацікавлених сторін проєкту, що призводить до змін та відхилень від зазначених параметрів проєкту, можна визначити фактичну вартість проєкту після завершення (C_f) та фактичний час завершення проєкту (T_f):

$$T_f = T_p \pm (f_1(I) + f_2(U) + f_3(V)), \quad (2)$$

$$C_f = C_p \pm (C_2(I) + C_4(U) + C_5(V)), \quad (3)$$

де C_3, C_4, C_5 – фактичні витрати на внесення змін через сукупність впливів на проєкт, моніторинг набору станів ІТ-проєкту та набір виконуваних дій управління відповідно;

f_1, f_2, f_3 – функції для вимірювання часових інтервалів дії набору впливів на проєкт, моніторингу набору станів ІТ-проєкту та набору виконуваних дій управління відповідно.

У цьому випадку цільові функції моделі управління ІТ-проєктами можуть бути представлені таким чином:



$$C_f - C_p = \pm \Delta C \rightarrow \min, \quad (4)$$

$$T_f - T_p = \pm \Delta T \rightarrow \min, \quad (5)$$

де $\Delta C, \Delta T$ – фактичні відхилення у вартості та часі виконання проєкту з урахуванням змін, що додаються внаслідок сукупності впливів і впливів навколишнього середовища.

ВИСНОВКИ

З урахуванням специфіки хмарних технологій і неоднорідності середовища, де відбувається такий проєкт, аспекти створення та розвитку РІС, розглянуті в цій статті, вимагають їхнього подальшого вивчення. Виявлені особливості та запропоновані методи аналізу середовища, де відбувається взаємодія та самомодифікація систем, що беруть участь у створенні продукції, служать підставою для розроблення активних методів управління. Ці методи можна використовувати для управління концепцією продукту та проєкту, конфігурацією зацікавлених сторін, визначенням параметрів процесу для оптимального управління проєктами та успішного прогнозування. Крім того, перелічені аспекти можуть бути цікавими для вивчення впливу проактивного управління на створення та розвиток РІС як розподілених проєктів у портфелі розподілених проєктів організації.

Запропонований ініціативний підхід до управління змінами у проєктах розподілених інформаційних систем дозволив створити моделі, що відображають ключові елементи, які зазнають постійного впливу динамічних змін турбулентного середовища.

Для управління цими змінами слід використовувати запропоновану структуру процесів управління ІТ-проєктами на основі прийнятих.

Крім того, слід запропонувати модель обміну інформацією про активні компоненти управління. Такі процеси в цих системах слід додатково досліджувати та розробляти разом із побудовою відповідного математичного апарату.

Запропонована технологія управління змінами привела до побудови алгоритму, який визначає реакцію на їхній вплив на основі виявлення нових подій. Крім того, наслідки змін приймаються від вивчення запитів на зміни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] G. Shilo, N. Furmanova, “Statistically Oriented Tolerance Design with Correlation between Parameters of Components,” in *Proc. of the 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS), Vol. 2, 21–23 September, 2017, Bucharest, pp. 1082–1088.*

[2] (2016) A. Vajno, A. Kobiakov, V. Saraev, Anticipatory management. [Online]. Available: <https://dereksiz.org/uprejdajushee-upravlenie.html>

[3] Н. Бушуєва, *Моделі та методи проактивного управління програмами організаційного розвитку: монографія*, Київ: Науковий світ, 2007.

[4] V. Morozov, O. Mezentseva, “Trainable neural networks modelling for a forecasting of start-up product development”, in *Proc. of the IEEE 3rd International Conference on Data Stream Mining and Processing, DSMP, 2020, pp. 55–60.*

[5] A. Kolomiiets, V. Morozov, Investigation of optimization models in decisions making on integration of innovative projects, ser. *Advances in Intelligent Systems and Computing, AISC. Berlin, Germany: Springer, vol. 1246, 2020, pp. 51–64.*

[6] Р. Руденський, Ю. Г. Лисенко. Очікуване управління складними економічними системами: моделі, методи, інструменти: Монографія, Донецьк: Південний Схід, 2009.

[7] (2012) О. Коваленко, В. Курейчук. “Огляд проблем та аспектів хмарних обчислень та послуг”. [Online]. Available: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-problem-i-sostoyaniy-oblachnyh-vychisleniy-i-servisov>

[8] Practice Standard for Project Configuration Management. Newtown Square, Pa: Project Management Institute, 2007.

[9] MIL-HDBK-61. Military Handbook. Configuration Management Guidance. USA. Department of Defense, 1997.

[10] Project Management Body of Knowledge (PMBOK), Project Management Institute, Four Campus Boulevard, Newton Square, PA 19073-3299, USA, 2018.

[11] (2020) Cloud Terminology – Key Definitions. [Online]. Available: <https://www.getfilecloud.com/cloud-terminology-glossary/>

[12] (2009) Cloud computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X08001957>

[13] B. Furht, A. Escalante. (2010) Handbook of Cloud Computing. [Online]. Available: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4419-6524-0>

[14] O. Maimon, L. Rokach. (2018) Data Mining and Knowledge PICcovery Handbook. [Online]. Available: <http://www.bookmetrix.com/detail/book/ae1ad394-f821-4df2-9cc4-cbf8b93edf40>

[15] М.С. Косяков, Введение в распределенные вычисления. СПб: Государственный научно-исследовательский институт ИСТ, 2014.

[16] М. Алпатов, “Развитие распределенных технологий и систем”, Перспективы науки и образования, 2015, т. 2 (14).

[17] В.Н. Бурков, С.Д. Бушуев, Управление ресурсами у розподілених проєктах та програмах: Монографія, Миколаїв: Видавець Торубара В.В., 2015.

[18] A. Biloshchytskyi., A. Kuchansky, Yu. Andrashko, S. Biloshchytska, “A method for the identification of scientists' research areas based on a cluster analysis of scientific publications,” in *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* – 2017. – No.5. – Vol. 2. – Issue 89. – pp. 4–10.

[19] Yu. Teslia, A. Khlevnyi, I. Khlevna, “Control of informational Impacts on project management”, in *Proc. of the 1th IEEE International Conference on Data Stream Mining & Processing, 23–27 August, 2016, Lviv, Ukraine.*

[20] І.В. Чумаченко, В.В. Морозов, Управление проєктами: планування проєктних дій. Підручник. Київ: Університет економіки та права «КРОК», 2011.



- [21] V. Morozov, O. Mezentseva, M. Proskurin, “Trainable neural networks modelling for a forecasting of start-up product development”, in Proc. of the 2020 IEEE 3rd International Conference on Data Stream Mining and Processing, 2020, pp. 55–60.
- [22] (2017) Proactive Project Management. [Online]. Available: <http://www.itexpert.ru/rus/ITEMS/200810062247/>
- [23] Н. Бушуєва, Моделі та методи проактивного управління програмами організаційного розвитку. Навчальний посібник. Київ: Науковий світ, 2007.
- [24] (2011) Что такое ITIL/ITSM. [Online]. Available: <https://itsm365.ru/blog/chto-takoe-itilitsm/>
- [25] V. Morozov, A. Kolomiets, “Investigation of optimization models in decisions making on integration of innovative projects”, in Advances in Intelligent Systems and Computing, 2021, 1246 AISC, pp. 51–64.
- [26] S. Warrilow. (2010) Change management: the horror of it all, Project Smart. [Online]. Available: <https://www.projectsmart.co.uk/change-management-the-horror-of-it-all.php>.
- [27] Р. Тернер, *Руководство по проектно-ориентированному управлению*, пер. с англ., Москва: ИД Гребенникова, 2007.
- [28] L.T. Wilson, C.A. Snyder, “Knowledge Management and IT: How Are They Related?”, IT Pro, vol. 1, no. 2, 1999.
- [29] Larry Stevens, “At a Moment’s Notice: Final Mile Introduces Knowledge Management to a Project Already Underway”, Knowledge Management, 2001.
- [30] Komashinsky, Smirnov DA, *Neural networks and their use in control and communication systems*. Hotline-Telecom, 2003.
- [31] N. Yehorchenkova, Iu. Teslia, O. Yehorchenkov, “Method of project and operational processes integration in the activities of project-oriented enterprises based on functional 4P-environment,” in Proc. CEUR Workshop, 2020, pp. 142–151.
- [32] Luntovskyy, “Up-to-date Paradigms for PICtributed Computing”, in Proc. of the 2nd IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies-2017 (AICT), Lviv Polytechnic National University, July 3–7, 2017, Lviv, Ukraine., pp. 113–120.

Стаття надійшла до редколегії

18.10.2021



Models of proactive change management in projects for the creation and development of distributed information systems

This article considers approaches to the formation of models of proactive management of projects for the creation and development of distributed information systems. Features of distributed IT projects as a complex adaptive system that develops under numerous interrelated constraints are considered. It is concluded that the projects themselves are distributed. The main trends in the development of such systems were analyzed, the main patterns and problems were identified. The focus is on the consideration of the basic components of such systems and formalized models are proposed to describe their interaction. Attention is paid to the formation and implementation of projects to create complex systems based on distributed information systems, where the main features are the action of a significant number of complex influences from the turbulent external environment. The issues of project reactions to the effects of these changes were investigated. To address the management of such complex projects, a proactive approach is proposed. The consequences of changes in the processes of creating such systems are studied. A mathematical model of minimizing the effects of changes on project elements in the management of complex projects is proposed and an approach to the configuration management of such projects is proposed, which in general allows to build a scheme of effective project management.

Keywords: proactive management, distributed information systems, IT projects, project management, project configuration, impacts, macro trends.



Віктор Морозов. Завідувач кафедри технологій управління факультету інформаційних технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка, канд. техн. наук, професор, Київ, Україна. Наукові інтереси концентруються на проблемах управління складними розподіленими ІТ-проектами з використанням хмарних технологій. Член IEEE.
Viktor Morozov. PhD, Professor, Head of Dept. of Technologies Management of Faculty of Informational Technologies of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Kyiv, Ukraine. Current research interests include problems of complex distributional IT projects with using cloud technology. Member of IEEE.



Максим Прокурін. Аспірант кафедри технологій управління факультету інформаційних технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Київ, Україна. Наукові інтереси: розроблення та реалізація інноваційних проєктів у галузі ІТ із використанням інтелектуальних технологій.
Maksym Proskurin. Postgraduate student of Dept. of Technologies Management of Faculty of Informational Technologies of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Kyiv, Ukraine. Current research interests include development and implementation of innovative projects in the IT field using intelligent technologies.