

УДК 005.8

DOI:

Чернова, Лд. С., к. т. н., ORCID: 0000-0002-0666-0742,

кафедра інформаційних управляючих систем і технологій,

Національний університет кораблебудування ім. Адмірала Макарова

Лук'янов Д.В., к. т. н., докторант, ORCID: 0000-0001-8305-2217

кафедра Управління системами безпеки життєдіяльності,

Одеський національний політехнічний університет

Модифікація циклу Шухарта – Демінга у Форсайт-методології управління розвитком

Лд. С. Чернова, Д. В. Лук'янов. Модифікація циклу Шухарта-Демінга в форсайт методології управління проектами. Разработано обобщенное математическое описание модификации цикла PDCA, разработанного для форсайтинга проектов в форме цепи Маркова, который отражает возможные состояния проектной системы Форсайт-проекта: S₁ – инициация проекта; S₂ – выполнение работ; S₃ – контроль результатов; S₄ – совершенствование проекта; S₅ – завершение проекта. Разработанная модель позволяет строить траектории развития Форсайт-проектов по шагам для разных условий и технологической зрелости системы, что позволяет перейти от качественных к количественным оценкам проектов.

Ключевые слова: цикл PDCA, состояния, виртуальные проекты, цепь Маркова, обратные связи, вероятности переходов.

Лд. С. Чернова, Д. В. Лук'янов. Модифікація циклу Шухарта-Демінга в форсайт методології управління проектами. Розроблений узагальнений математичний опис модифікації циклу PDCA, розробленого для форсайтингу проектів у формі ланцюга Маркова, який відображає можливі стани проектної системи Форсайт-проекту: S₁ – ініціація проекту; S₂ – виконання робіт; S₃ – контроль результатів; S₄ – удосконалення проекту; S₅ – завершення проекту. Розроблена модель дозволяє будувати траєкторії розвитку Форсайт-проектів по кроках за різних початкових умов і технологічної зрілості системи, що дозволяє перейти від якісних до кількісних оцінок проектів.

Ключові слова: цикл PDCA, стани, віртуальні проекти, ланцюг Маркова, зворотні зв'язки, ймовірності переходів.

Ld. S. Chernova, D.V. Lukyanov. Modification of the Schuhart-Deming cycle into foresight of project management methodology. For the first time, a generalized mathematical description of the PDCA cycle modification developed for Markov chain foraysighting of projects is developed, which reflects the possible states of the Forsyth project design system: S₁ – project initiation; S₂ – execution of works; S₃ – control of results; S₄ – project improvement; S₅ – project completion. The proposed approach allows us to build trajectories of Forsyth-project development step by step at different initial conditions and technological maturity of the system, which allows to move from qualitative to quantitative estimates of project results.

Keywords: PDCA cycle, states, virtual projects, Markov chain, feedbacks, transition probabilities.

1. Вступ і загальна характеристика проблеми

Форсайтинг, часто, розглядається як мистецтво, як процес виявлення і використання ефектів свідомого і підсвідомого впливу на виконавців проектів, які «зазирають» у майбутнє [1]. Але управління такими проектами містить

також суто організаційно-технічну складову – планування, реалізацію пошукових заходів, контроль, аналіз та корегування їх результатів [2]. Цей прошарок завдань можна формалізувати – описати математичними моделями, виконати дослідження на когнітивних моделях що володіють властивостями передбачення [3]. Кожний реалізований Форсайт-проект впливає на стратегію розвитку певної галузі, що приводить до перерозподілу наявних ресурсів, а також концентрації їх на забезпеченні суспільства відповідними продуктами або послугами [4].

Традиційно приймається, що оцінки ефективності Форсайт-проектів може здійснюватися методом натурних спостережень - після завершення проекту [5]. Тому актуальною є проблема завчасної оцінки ефективності Форсайт-проектів на етапі ініціювання та планування, що дозволить ефективно управляти проектами стратегічного розвитку організаційно-технічних або соціальних систем [6].

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

В галузі проектного менеджменту, як відображення нагальних потреб практики широкого вжитку, набувають поняття: комунікація, задоволеність, орієнтація на клієнта, персональні компетенції, знання, технічні навички, виконавчі навички, креативні здібності [7 - 13]. Означене є певним продовженням дискусії щодо основної парадигми проектного менеджменту - як слід визначати опанування сутності управління проектами, як набуття компетенцій мистецтва управління, чи навчання технічним прийомам, що досконало описані в множині стандартів, керівництв і рекомендацій [14]. Звичайно, не підлягає сумніву доцільність використання методів найкращої практики та технічних прийомів організації проектної діяльності [15]. Але слід наголосити на тому, що визначення проекту, як «тимчасової діяльності, що спрямована на створення унікального продукту, послуги або результату» [16], визначає, що творчість і креативність є основними засадами проектного управління [17].

Цілеорієнтованість, що трансформується у клієнтоорієнтованість, як глобальне явище знаходить віддзеркалення у всіх сферах функціонування людини [18]. Так, клієнтоорієнтованість в освіті переорієнтує освітянську парадигму з «знань, умінь» на становлення, цінності у вигляді компетенцій та компетентностей, що є інновацією, яка спроможна згладити суперечності між запитами ринку праці та існуючою системою освіти [19]. Впровадження нових підходів в проектному менеджменті при формуванні унікальних проектів визначає зміну концепції формування команд проектів: сьогодні це сукупність цінностей, технічних знань, поведінкових вимог та набутих елементів практичної спрямованості, якими бажано б володіти кандидатам на включення до команди проекту [20]. На перший план виходить пошук творчих характеристик особистості, які б задовольняли потребам динамічного зовнішнього середовища проекту [21].

Дж. Тернер [22] наводить аналіз реального проекту, як проблеми, що потребує розв'язання із застосуванням *стандартних* методів (курсив авторів). При цьому розглядається чотирьохетапний процес, який містить складові:

- планування – визначення робочих схем досягнення цілей проекту;
- організацію – розподіл відповідальності під час виконання проекту на основі структурної декомпозиції робіт;
- виконання – реалізація проекту у відповідності до цілей та критеріїв успіху;
- контроль – вимірювання результатів виконання проекту і внесення необхідних коректив, прийняття рішень щодо застосування корегувальних дій.

У колі, що утворено чотирма вказаними вище процесами, розташовано центр управління і координації проектом. Дж. Тернер підкреслює, «що це – саме те, чим займаються керівники проектів: вони керують командою упродовж всього проекту» [22].

Інструментами проектно-орієнтованого управління є моделі та засоби забезпечення строків виконання проектів, вартості та якості продуктів, які об'єднують роботи та інформаційні комунікації, що «здійснюються у виконуючій організації, визначають політику, цілі і розподіл відповідальності в області якості так, щоб проект задовольняв тим потребам, для яких його було зроблено» [22].

Парадигма сучасного проектно-орієнтованого управління виходить з того, що діяльність по управлінню створенням цінності не є ефективною після того, як продукцію вироблено. Цінність створюється в ході реалізації проекту [23].

Цикл Шухарта – Демінга (Plan — Do — Check — Action) становить базову структуру управління процесами на всіх фазах життєвого циклу проекту і продукту [24, 25].

Згідно з керівництвом Р2М: «Проект – це зобов'язання створити цінність, засновану на місії проекту, яка має бути завершена в певний період у рамках узгодженого часу, ресурсів і умов експлуатації» [25]. Цінність проекту визначається вигодою, що отримується від продукту проекту при дотриманні положень місії проекту [24]. При цьому як умови, що гарантують створення цінності проекту, в Р2М наголошується «практична здатність проектного менеджера виконати проект відповідно до плану» і «знаходження способу гармонізувати цінність проекту для всіх зацікавлених сторін через властивості продукту» [25]. Вказані умови в повному обсязі відповідають завданням виконання будь-яких проектів. Так, зовнішні комунікації дозволяють створити нематеріальні активи організації [26]. Проекти в галузі освіти створюють нову соціальну цінність для суспільства та цінність для власників і споживачів, так звану цінність балансування інтересів зацікавлених сторін [27, 28].

Складнощі взаємодії між елементами проектного середовища, особливо в аспекті стратегічного управління системами різного призначення, обумовлені наявністю множини зовнішніх та внутрішніх факторів [29]. Невизначеність проектного середовища та унікальність завдань, які розв'язує проектна діяльність, унеможливають відокремлення й ретельне вивчення систем за елементами [30].

Об'єктивність розвитку сучасного світу породжує наступне протиріччя. Суспільство, з одного боку, визначає і буде надалі висувати нові вимоги до якісних показників проектної діяльності [31]. З іншого боку, галузь знань проектного менеджменту суттєво відстає від вимог практики у розв'язанні проблем бачення стратегій змін організацій. Розв'язання цього протиріччя можливе за рахунок Форсайт-методології, яка дозволяє реагувати на виклики сьогодення і майбутні очікування, а також утверджує в суспільстві *нову парадигму сталого розвитку* [24].

За визначенням Бен Мартина: «Форсайт – це систематичні спроби оцінити довгострокові перспективи науки, технологій, економіки і суспільства для визначення стратегічних напрямків досліджень і нових технологій, здатних принести найбільші соціально-економічні блага» [32].

Загострення конкуренції призводить до скорочення життєвого циклу продукції [33]. Це змушує уряди окремих країн і керівників найбільших компаній підтримувати і розвивати свої конкурентні переваги в першу чергу за рахунок розробки і виведення на ринки інноваційних товарів і послуг. Формуються спеціальні програми, що визначають пріоритетні галузі розвитку науки і технологій. Вперше така спроба була зроблена в 1950-і роки корпорацією RAND, пізніше цю ідею підхопили в Японії, де, починаючи з 1970 року, кожні п'ять років проводять масштабне дослідження довгострокових перспектив розвитку технологій [34]. На початку 1980-х в США стартував національний проект з розробки «критичних технологій» [35]. А до середини 1990-х до пошуку пріоритетів інноваційного розвитку підключилися багато країн Європи, Азії, Латинської Америки, в т.ч. держави з перехідною економікою. За результатами Форсайт-проектів формуються масштабні національні та міжнародні дослідницькі програми, зокрема, Шоста і Сьома Рамкові програми з наукових досліджень та технологічного розвитку ЄС, бюджети яких склали, відповідно, 17.5 і 54 млрд євро.

Два комплексних методи, що використані в цих розробках, отримали узагальнену назву «Форсайт» (від англ. foresight – «передбачення») і Хіндсайт (від англ. hindsight – «погляд у минуле») – оцінка проектів, які провалилися в минулому, з аналізом причин їх провалу. З 1991 р. конгрес США на регулярній основі робить запити обзорів стану та перспектив розвитку технологічної бази країни й перш за все технологій, що віднесені до розряду критичних [36].

Сукупність підходів, що використовуються в Форсайт-проектах, постійно розширюється і охоплює сьогодні десятки методів [37] – як якісних (інтерв'ю, огляди літератури, морфологічний аналіз, «дерева відповідностей», сценарії, рольові ігри та ін.), Так і кількісних (аналіз взаємного впливу (cross-impact analysis): екстраполяція, моделювання, аналіз і прогноз індикаторів методів і ін.). Низка методів носить синтетичний характер, в їх числі – метод Дельфі, дорожня карта, критичні технології, а також багатокритерійний аналіз, патентний аналіз, ігрове моделювання та ін. [38].

Деякі автори розглядають Форсайт як мистецтво, як дійство на основі ефектів свідомого і підсвідомого впливу на планування майбутніх [1]. Разом з тим виконання будь-якої проектної діяльності (навіть спроби «зазирнути» у

майбутнє) містять у собі обов'язкові організаційно-технічні елементи – на кшталт циклу Шухарта-Демінга PDCA [22]. Цю складову можна описати математичними моделями, виконати дослідження кількісних характеристик Форсайт-систем [39]. Тому актуальним є завдання щодо завчасної оцінки результативності Форсайт-проектів, що дозволить раціонально обирати стратегію змін у організаційно-технічних або соціальних системах.



Рисунок 1 - «Трикутник Форсайту»

Сучасна філософія проектного управління орієнтована на трансформацію проектів у динамічні системи, які не тільки підпорядковуються вимогам ринку, але й удосконалюються за рахунок безперервного управління змінами [46]. Існуючі системи управління проектами не завжди забезпечують розв'язання запланованих завдань через відсутність ефективних моделей, методів, засобів оцінки результатів проектів для реалізації механізмів управління, у тому числі за рахунок зворотного зв'язку [40]. Комунікаційні процеси, як правило, являють собою односпрямований інформаційний вплив на проекти. Тобто, реалізується, так звана «водоспадна» система взаємодії між елементами проектів – можна змінювати майбутнє базуючись на досягненнях минулого, яке вже змінити неможливо. Саме тому існують «Форсайт» (від англ. foresight – «передбачення») і Хіндсайт (від англ. hindsight – «погляд у минуле»), які вивчають трансформації проектних систем у напрямку проактивного управління, за рахунок використання моделей, що відображають суттєві ознаки досліджуваних систем.

Проблема вибору адекватного набору підходів для застосування в тому чи іншому проекті не має однозначного вирішення [41]. Проте існують базові принципи формування комбінацій методів. Широко відомий т. зв. «Трикутник Форсайта» (рис. 1), в вершинах якого розташовуються ключові фактори, що забезпечують успіх роботи з експертами: креативність, витяг експертного знання і взаємодія [42]. Розташування методів Форсайту всередині трикутника відповідає їх «тяжінню» до того чи іншого його кутку. Використання будь-якого з методів має свої сильні і слабкі сторони. Наприклад, мозковий штурм

сприяє креативності експертів, але не обов'язково супроводжується їх ефективною взаємодією, а експертні семінари, забезпечуючи взаємодію фахівців, можуть не привести до виявлення важливих аспектів, що відображають перспективи розвитку окремих технологічних областей [42].

Система методів Форсайта постійно розвивалася й удосконалювалася. За останні роки накопичено великий досвід її практичного застосування [43]. Ефективність комбінованого застосування різних якісних і кількісних методів знайшла своє підтвердження. У той же час стало очевидно, що великі проекти, у яких здійснюється стратегічний вибір технологічних пріоритетів на національному рівні, вимагають нових підходів, що забезпечують отримання об'єктивних оцінок, заснованих на кількісному аналізі емпіричних даних – статистичних індикаторів, патентної статистики, бібліометричної інформації та ін. В зв'язку з цим зазнала зміна і ідея «трикутника Форсайта».

У роботах І. Майлса і Р. Поппера було запропоновано додати ще одну вершину – «доказовість» і тим самим перетворити трикутник в ромб (в оригіналі – Foresight Diamond) [44]. Всі в тій чи іншій мірі успішні проекти останніх років ґрунтувалися на комплексних підходах. Більш того, чітко простежується тенденція постійного ускладнення системи використовуваних методів [45]. Так, якщо в сьомому японському Форсайті використовувалися метод Дельфі, експертні панелі і огляди літератури, то вже у восьмому на додаток до них були проведені кілька нових робіт. Це серйозне бібліометричне дослідження, в ході якого були виявлені і проаналізовані виникаючі технологічні області, які найбільш швидко розвиваються; експертне опитування і панель комунікацій для виявлення найважливіших соціально-економічних цілей технологічного розвитку; побудовані довгострокові сценарії для низки технологічних областей. Аналогічні тенденції характерні і для таких повторюваних національних технологічних Форсайтів, як німецька програма ФУТУР і третій раунд британського Форсайту [45].

На перших порах розвитку Форсайту використовували трикутник, але незабаром до критеріїв креативності, експертизи та взаємодії додалася доказовість (англ. Evidence-based approach), яка останнім часом починає грати все більшу роль, а статистиці і кількісним дослідженням приділяється особлива увага [46, 47]. При цьому в будь-якому успішному проекті повинні поєднуватися різні методи, які в сукупності поряд з змістовним аналізом забезпечують залучення експертів найвищої кваліфікації, їх високу активність і взаємодію [48].

На даний момент відсутнє єдине визначення методології Форсайту. Кожна організація, країна, група експертів, що застосовують Форсайт, пропонують своє визначення, яке підкреслює і виділяє той чи інший аспект Форсайт-методології. Нижче представлені різні варіанти відповіді на питання «Що таке Форсайт?», що зібрані фахівцями Форсайт-порталу <http://foresight.sfu-kras.ru/node/9> [47]

Форсайт (foresight) включає в себе дії, орієнтовані на мислення, обговорення і окреслення майбутнього [49]:

Обмірковувати майбутнє. Прогнозувати, оцінювати технології,

досліджувати майбутнє та інші форми Форсайта – це спроба визначити довготривалі тренди і скоординувати на їх основі прийняття рішень. Форсайт з'явився в останні роки і найбільш активно застосовувався в Європі для виділення пріоритетів сучасних досліджень на основі базових сценаріїв розвитку науки, технології, суспільства і економіки [50].

Сперечатися про майбутнє. Форсайт – це процес, який втягує всіх стейкхолдерів: громадські організації, промислові підприємства, дослідні центри, неурядові фонди, і так далі, і так далі. Робота може бути організована на декількох рівнях: міжнародному, національному, регіональному. Відкрита дискусія між учасниками ведеться на майданчиках різного типу, наприклад, у формі експертної панелі [47].

Окреслювати майбутнє. Мета Форсайту – визначення можливого майбутнього, створення бажаного образу майбутнього і визначення стратегій його досягнення. В основному, результати залучаються до суспільне прийняття рішень (як приклад можна привести дослідження пріоритетів діяльності громадських фондів). У той же час, результати Форсайту можуть допомогти всім учасникам робіт розвивати і покращувати їх власні стратегії [47].

Таким чином, змістовний аналіз управління розвитком організацій і технологій за допомогою методології Форсайту показує актуальність досліджень і фокусує напрямок подальшого розширення можливостей методології у аспекті переходу від якісних оцінок тенденцій розвитку до кількісних показників організаційно-технічних систем.

3. Мета і завдання дослідження

Традиційні підходи до управління розвитком організацій застосовуються багатьма організаціями для управління змінами через проекти. Але відомі методи втрачають свою ефективність у міру того, як характер змін та проблеми, що породжені ними, стають все більш серйозними [50]. Існують три тенденції, які визначають необхідність впровадження нових підходів до реалізації змін у організації. По-перше, зміни у організації стають **складними і взаємопов'язаними**. По-друге, реалізація вагомих переваг для бізнесу передбачає **міжфункціональну та міждисциплінарну** координацію змін. Як правило, це перетворення процесів, систем, структур, а нерідко і співробітництво з третіми особами, що виступають у ролі постачальників та партнерів. Та третє, існуючі організаційні структури, процеси та системи **не підтримують** такої діяльності. Тому виникає потреба у розробці нового інструменту щодо управління програмами змін у організації, що об'єднав би вирішення проблематики усіх трьох тенденцій.

4. Побудова моделі циклу PDCA

В стандарті [51] до п. 0.2 «Процесний підхід» є примітка, про те, що у всіх процесах слід використовувати методологію циклу «Plan-Do-Check-Act», скорочено PDCA («Плануй-Виконуй-Перевірй-Дій»). Цей цикл можна стисло охарактеризувати так:

- *Плануй*: визначай цілі і процеси, які дозволяють одержати продукти, що задовольняють вимогам замовника.
- *Виконуй*: використовуй процеси.
- *Перевірйай*: контрольною процеси і виготовлені продукти, а також вчасно готуй звіти про результати.
- *Дій*: впроваджуй заходи, які спрямовані на безперервне покращення характеристик функціонування процесу» [51].

Спробуємо об'єднати трикутник (чотирикутник) Форсайту з відомим циклом Шухарта-Демінга [52]. Спочатку виконаємо співставлення етапів проектів: Plan → Креативність; Do → Взаємодія; Check → Доказовість; Action → Дія; Finish → Завершення Форсайт-проекту (рис. 2.1 та рис. 2.2).

Для звичайних типових проектів [52] цикл PDCA не потребує модифікування. Але для Форсайт-проектів необхідно внести певні зміни, щоб урахувати особливості Форсайт-проектів (*складність та взаємопов'язаність, міжфункціональну та міждисциплінарну* координацію змін) [53]. Оскільки Форсайт-проекти виконуються, як правило, у віртуальному проектному середовищі і не є роботами щодо будівництва споруд у матеріальному втіленні, то це створює умови реалізації циклічності у Форсайт-проектах. Тобто після виконання певного етапу PDCA можна повертатись до попередніх етапів, а не жорстко слідувати «водоспадній» стратегії. Наявність додаткових зв'язків трансформує відомий цикл PDCA у гнучку динамічну систему управління проектами / програмами / портфелями (рис. 2).

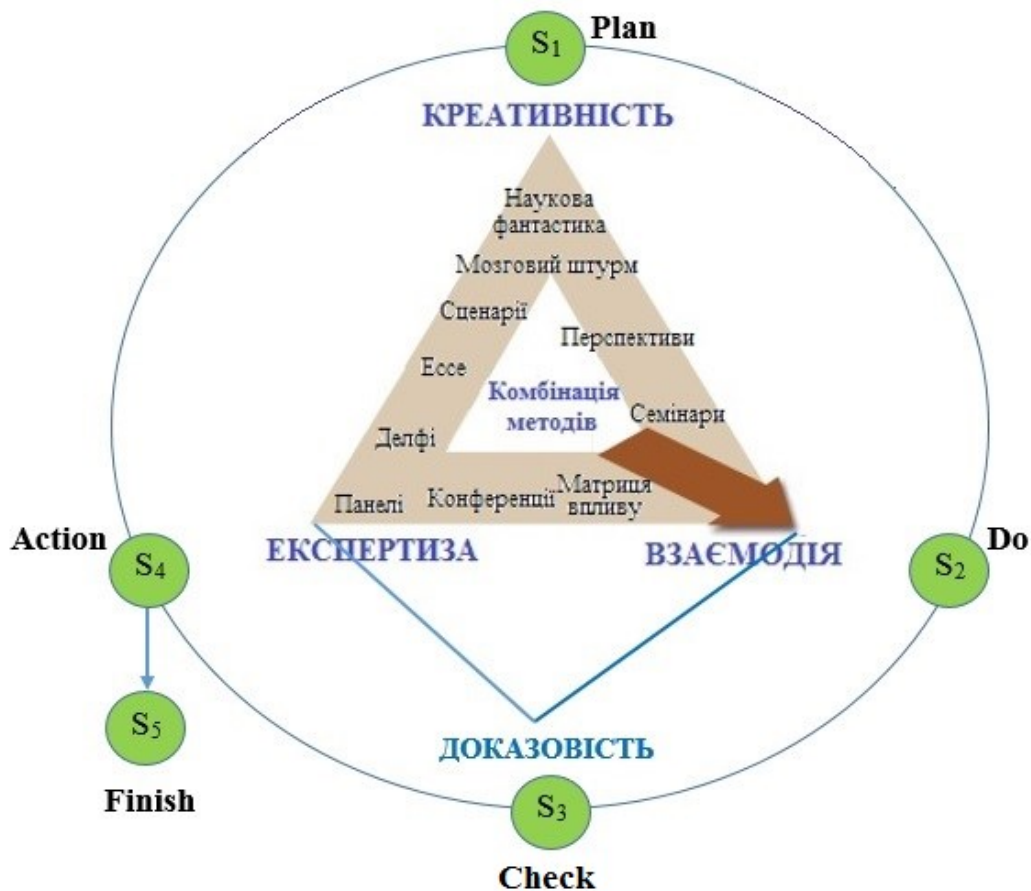


Рисунок 2 – Цикл Шухарта-Демінга як основа методології Форсайту

Позначимо можливі стани проектної системи Форсайт-проекту: S_1 – ініціація проекту; S_2 – виконання робіт; S_3 – контроль результатів; S_4 – удосконалення проекту; S_5 – завершення проекту. Для кожного стану додано зв'язок «сам на себе», щоб відобразити можливість системи залишатись у певному стані [54]. Також доповнимо цикл PDCA зворотними комунікаціями, можливими і характерними для Форсайт-проектів: це дуги в графі між вершинами $S_2 \rightarrow S_1$; $S_3 \rightarrow S_1$; $S_4 \rightarrow S_2$. Розмічений граф на рис. 3 слугує основою для побудови ланцюга Маркова.

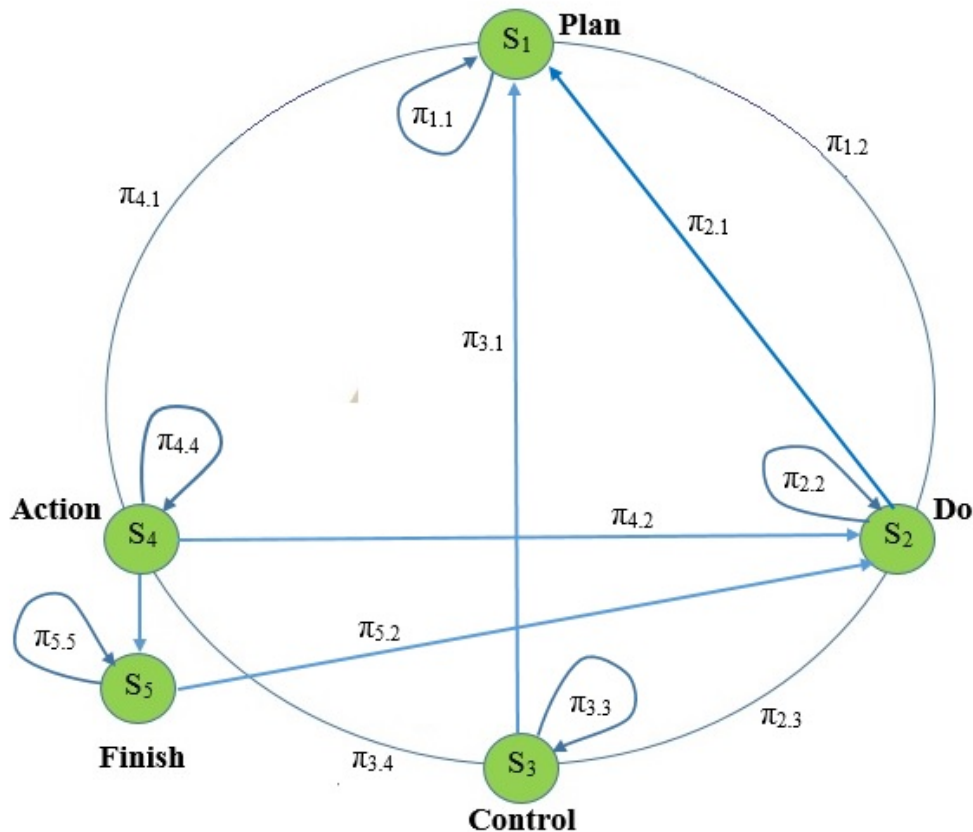


Рис. 3 – Розмічений граф модифікації циклу PDCA розроблений для Форсайт-проектів, як Ланцюг Маркова

Створена модель є ланцюгом Маркова. «Марковість» підтверджується тим, що і в PDCA і в ланцюгах Маркова існують зміни властивостей системи по кроках k . Однією з визначальних властивостей ланцюга Маркова є те, що сума перехідних ймовірностей з деякого стану дорівнює одиниці, а повна сума ймовірностей всіх станів на кожному кроці також дорівнює одиниці. І в оригіналі (циклі PDCA) і в його відображенні - ланцюзі Маркова - є структурна подоба переходів [55].

Розробимо загальне рішення системи рівнянь, які відображають випадковий процес ланцюг Маркова з 5-ма дискретними станами і часом. Ланцюг Маркова є гомогенним, у якому перехідні ймовірності не змінюють у залежності від кроків. Певна сукупність величин перехідних ймовірностей між станами системи відображає рівень технологічної зрілості цієї системи. Тобто

значення перехідних ймовірностей між станами можуть бути змінені, але така зміна призведе до міни умов функціонування ланцюга Маркова [56].

Повна матриця, яка включає всі стани марківського ланцюга, приведеного на рис. 3, та всі можливі переходи (які не показані на рис. 3), має вигляд:

$$\|\pi_{ij}\| = \begin{pmatrix} \pi_{1.1} & \pi_{1.2} & \pi_{1.3} & \pi_{1.4} & \pi_{1.5} \\ \pi_{2.1} & \pi_{2.2} & \pi_{2.3} & \pi_{2.4} & \pi_{2.5} \\ \pi_{3.1} & \pi_{3.2} & \pi_{3.3} & \pi_{3.4} & \pi_{3.5} \\ \pi_{4.1} & \pi_{4.2} & \pi_{4.3} & \pi_{4.4} & \pi_{4.5} \\ \pi_{5.1} & \pi_{5.2} & \pi_{5.3} & \pi_{5.4} & \pi_{5.5} \end{pmatrix} \quad (1)$$

Всі можливі переходи з будь-якого стану в інші стани складають повну групу подій – один з переходів повинен бути реалізованим. Це вводить норму для перехідних ймовірностей $\pi_{ij} > 0$ з виконанням умови, що є справедливою для повної групи подій:

$$\sum_{j=1}^m \pi_{ij} = 1, \quad \{i=1, 2, \dots, m\}, \quad (2)$$

де $m = 5$ - число можливих станів системи.

Загальна система рівнянь ланцюга Маркова у разі повного графа ($m = 5$) для розрахунку ймовірностей має вигляд:

$$\begin{cases} p_1(k) = p_1(k-1) \cdot \pi_{1.1} + p_2(k-1) \cdot \pi_{2.1} + p_3(k-1) \cdot \pi_{3.1} + p_4(k-1) \cdot \pi_{4.1} + p_5(k-1) \cdot \pi_{5.1} \\ p_2(k) = p_1(k-1) \cdot \pi_{1.2} + p_2(k-1) \cdot \pi_{2.2} + p_3(k-1) \cdot \pi_{3.2} + p_4(k-1) \cdot \pi_{4.2} + p_5(k-1) \cdot \pi_{5.2} \\ p_3(k) = p_1(k-1) \cdot \pi_{1.3} + p_2(k-1) \cdot \pi_{2.3} + p_3(k-1) \cdot \pi_{3.3} + p_4(k-1) \cdot \pi_{4.3} + p_5(k-1) \cdot \pi_{5.3} \\ p_4(k) = p_1(k-1) \cdot \pi_{1.4} + p_2(k-1) \cdot \pi_{2.4} + p_3(k-1) \cdot \pi_{3.4} + p_4(k-1) \cdot \pi_{4.4} + p_5(k-1) \cdot \pi_{5.4} \\ p_5(k) = p_1(k-1) \cdot \pi_{1.5} + p_2(k-1) \cdot \pi_{2.5} + p_3(k-1) \cdot \pi_{3.5} + p_4(k-1) \cdot \pi_{4.5} + p_5(k-1) \cdot \pi_{5.5} \end{cases} \quad (3)$$

У цій системі 10 змінних, оскільки всі перехідні ймовірності π_{ij} задані. У 5 рівняннях 10 невідомих. Для розв'язання цієї системи необхідно, щоб число рівнянь дорівнювало числу невідомих, тому слід додати, виходячи з початкових умов, ще 5 зав'язків. Зазвичай відомими змінними є ймовірності вихідного стану системи $\{p_i(k-1), i = 1 \dots 5\}$. Загальне рішення ланцюга Маркова, представленого орієнтованим розміченим графом на рис. 3 можна отримати також на основі матриці перехідних ймовірностей.

У матричній формі загальне рішення (3) можна записати так:

$$\begin{pmatrix} p_1(k) \\ p_2(k) \\ p_3(k) \\ p_4(k) \\ p_5(k) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \pi_{1.1} & \pi_{1.2} & \pi_{1.3} & \pi_{1.4} & \pi_{1.5} \\ \pi_{2.1} & \pi_{2.2} & \pi_{2.3} & \pi_{2.4} & \pi_{2.5} \\ \pi_{3.1} & \pi_{3.2} & \pi_{3.3} & \pi_{3.4} & \pi_{3.5} \\ \pi_{4.1} & \pi_{4.2} & \pi_{4.3} & \pi_{4.4} & \pi_{4.5} \\ \pi_{5.1} & \pi_{5.2} & \pi_{5.3} & \pi_{5.4} & \pi_{5.5} \end{pmatrix}^T \cdot \begin{pmatrix} p_1(k-1) \\ p_2(k-1) \\ p_3(k-1) \\ p_4(k-1) \\ p_5(k-1) \end{pmatrix} \quad (4)$$

Отримані ймовірності станів в результаті проведених заходів дозволять прогнозувати і оцінювати ефективність проекту.

В якості спрощеної характеристики Форсайт-проекту побудуємо класифікацію проектних систем на основі оцінки унікальності проектної діяльності в координатах: унікальність проекту і унікальність для команди проекту (рис. 4). Виконаємо аналіз поведінки Форсайт-системи у разі різних сполучень унікальності, що показані на SWOT діаграмі (рис. 4).

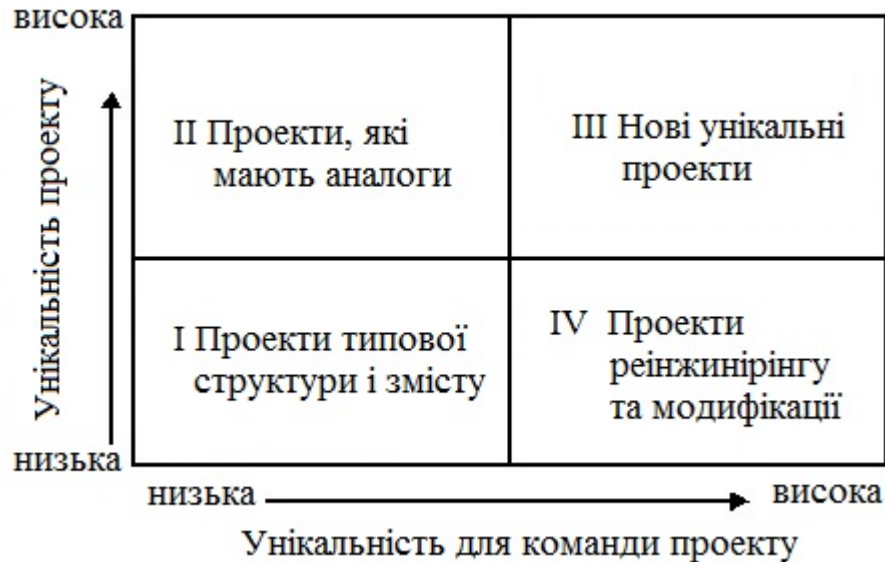


Рисунок 4 - Класифікація Форсайт-програм за ступенем унікальності

Шляхом підбору відповідних значень перехідних ймовірностей π_{sj} , за допомогою ланцюга Маркова для імітації поведінки системи, вдається відобразити проектну систему в будь якій з чотирьох областей.

Виразимо перехідні ймовірності π_{sj} через час комунікацій. Для всіх станів $s \{s \in 1, 2, 3, 4, 5\}$ існує загальний час T_s комунікацій з іншими станами. Цей час T_s є сумою тривалостей комунікацій з іншими станами $t_{sj} \{s \in 1, 2, 3, 4, 5; j \in 1, 2, 3, 4, 5\}$:

$$T_s = \sum_{j=1}^{n=4} t_{sj} \quad (5)$$

де t_{sj} – тривалість взаємодії в комунікації $s \rightarrow j$ зі стану s ;

У всіх з пронумерованих станів система може перебувати якийсь певний час t_{sj} при реалізації програми. Відношення $\pi_{sj} = t_{sj}/T_s$ має сенс ймовірності (частоти) переходу за комунікацією $s \rightarrow j$ для деякого стану s .

Сума всіх ймовірностей переходу для деякого стану s дорівнює одиниці:

$$\sum_{j=1}^{n=4} \pi_{sj} = \sum_{j=1}^{n=4} \frac{t_{sj}}{T_s} = \frac{1}{T_s} \sum_{j=1}^{n=4} t_{sj} = 1 \quad (6)$$

Таким чином, вказані ймовірності переходу π_{sj} для будь-якого стану $s \{s \in 1, 2, 3, 4, 5\}$, які відображені у певних рядках матриці перехідних ймовірностей, утворюють несумісну групу подій. Така властивість $\pi_{sj} \{s \in 1, 2, 3, 4, 5; j \in 1, 2, 3, 4, 5\}$ дозволяє дослідити поведінку системи при різних варіантах поєднань

унікальності. Підбором певних значень π_{sj} можна описати систему в будь якій з чотирьох областей (рис. 4, типи I - VI) програм за ступенем унікальності. Наприклад, якщо для команди програма не є унікальною, то значення $\pi_{2,2} > 0,2$ буде відповідати малим витратам ресурсу часу. Логіка встановлення значень $\pi_{sj} \{s \in 1, 2, \dots, 5; j \in 1, 2, \dots, 5\}$ з урахуванням часу взаємодії дозволяє визначити значення π_{sj} з позицій співвідношення використаного ресурсу часу для різних сполучень унікальності [57 ... 63] будь-яких проектів (табл. 1).

Таблиця 1 - Визначення значень перехідних ймовірностей

Характер комунікації $s \rightarrow j$ за витратами ресурсу часу	Значення перехідних ймовірностей π_{sj}
Витрачається більше всього ресурсу часу	0,8 – 1,0
Середні витрати ресурсу часу	0,3 – 0,7
Нижній рівень витрат часу	0,1 – 0,2
Незначні витрати ресурсу часу	0,01
Витрати ресурсу часу відсутні	0

У разі, якщо для команди проект є унікальним то у стані S_2 – «Виконання» - це буде відповідати найбільшим витратам ресурсу часу ($\pi_{2,2} > 0,8$) [56]. Тобто майже весь ресурс часу команда буде витрачати на підготовку нових ідей, матеріалів і самостійну роботу. Подібним способом можна визначити значення інших перехідних ймовірностей (табл. 1).

Розглянемо приклад оцінки ефективності проекту на основі визначених експертним методом перехідних ймовірностей системи. Хай, матриця перехідних ймовірностей марківського ланцюга моделі (рис. 3) має вигляд:

$$\begin{pmatrix} p_1(k) \\ p_2(k) \\ p_3(k) \\ p_4(k) \\ p_5(k) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,65 & 0,35 & 0 & 0 & 0 \\ 0,1 & 0,6 & 0,3 & 0 & 0 \\ 0,1 & 0 & 0,75 & 0,15 & 0 \\ 0 & 0,1 & 0 & 0,8 & 0,1 \\ 0 & 0,05 & 0 & 0 & 0,95 \end{pmatrix}^T \cdot \begin{pmatrix} p_1(k-1) \\ p_2(k-1) \\ p_3(k-1) \\ p_4(k-1) \\ p_5(k-1) \end{pmatrix} \quad (7)$$

Результати моделювання Форсайт-проекту тип (III) за допомогою ланцюга Маркова з перехідними ймовірностями (7) відображені на рис. 5.

Як слідує з результатів моделювання (рис. 5) ланцюг Маркова адекватно відображає загально очікувані особливості Форсайт-проекту. Навіть на 50 кроці ймовірність стану S_1 – ініціації проекту – залишається досить високою ($p_1(50) > 0,1$). Стан завершення проекту S_5 приймає значення $p_5(50) = 0,32$. Ймовірності інших станів визначились у вузькому інтервалі значень [0,16 ... 0,22]. Загальна картина зміни ймовірностей станів Форсайт-проекту за кроками не виходить за рамки якісних оцінок і не протирічить прийнятим гіпотезам щодо властивостей Форсайт-проектів.

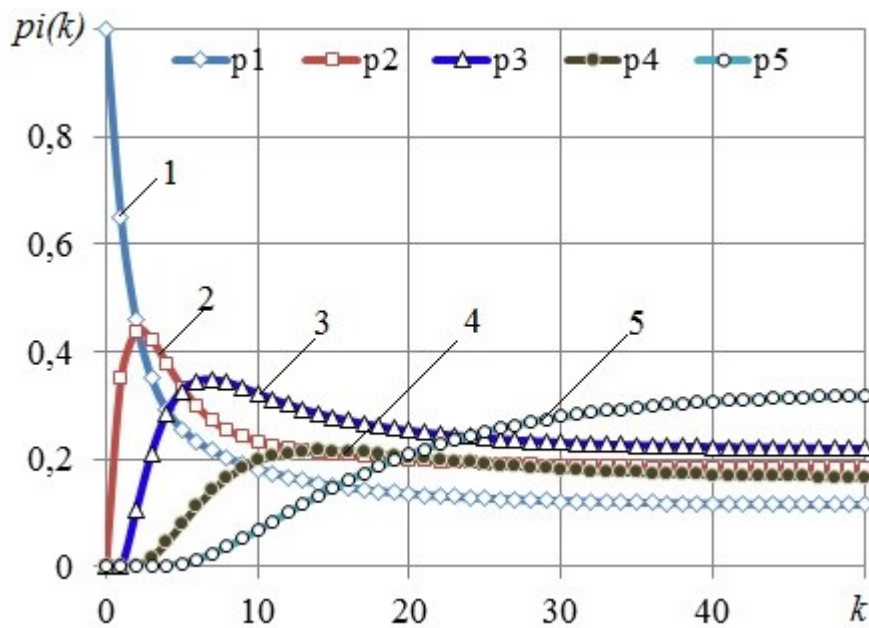


Рисунок 5 – Зміна ймовірностей станів $p_i(k)$ базової моделі Форсайт-проекту за кроками (тип III): p1 – ініціація проекту; p2 – виконання робіт; p3 – контроль; p4 – удосконалення проекту; p5 – завершення проекту

Пояснимо трансформацію умов взаємодії сутностей проекту в певні значення π_{ij} перехідних ймовірностей на прикладі формування елементів матриці перехідних ймовірностей. У разі типового проекту цикл PDCA реалізується за «водоспадною» концепцією - що не потребує наявності зворотних зв'язків. Тому для зворотних сполучень значення $\pi_{2,1} = \pi_{3,1} = \pi_{4,2} = 0$ (за табл. 1). Виходячи з правил, що приведені в табл. 1, визначались перехідні ймовірності для інших типів проектів (рис. 4).

На рис. 6 відображена траєкторія розвитку проектів з відомим змістом та структурою (типу I) – для звичайних проектів за «водоспадною» концепцією. Як видно з даних моделювання (рис. 6) ланцюг Маркова адекватно відображає загальновідомі особливості «водоспадної» концепції циклу Шухарта-Демінга. Вже на 10 кроці ймовірність стану S_1 – ініціації проекту – наближається до нульових значень ($p_1(10) \rightarrow 0$). Стан завершення проекту S_5 приймає значення $p_5(10) \rightarrow 0,5$. Ймовірності інших станів визначились у вузькому інтервалі значень $[0,1 \dots 0,24]$. Загальна картина зміни ймовірностей станів звичайного проекту за кроками не виходить за рамки якісних оцінок і не протирічить прийнятим гіпотезам за «водоспадною» концепцією виконання процесів проектів. Достовірність отриманих результатів підтверджується також наявністю максимумів і їх послідовністю за кроками: $\max \{p_1 \rightarrow p_2 \rightarrow p_3 \rightarrow p_4 \rightarrow p_5\}$, що у повній мірі співвідноситься з послідовністю етапів циклу PDCA.

Матриця перехідних ймовірностей:

0,65	0,35	0	0	0
0	0,7	0,3	0	0
0	0	0,85	0,15	0
0	0	0	0,9	0,1
0	0,05	0	0	0,95

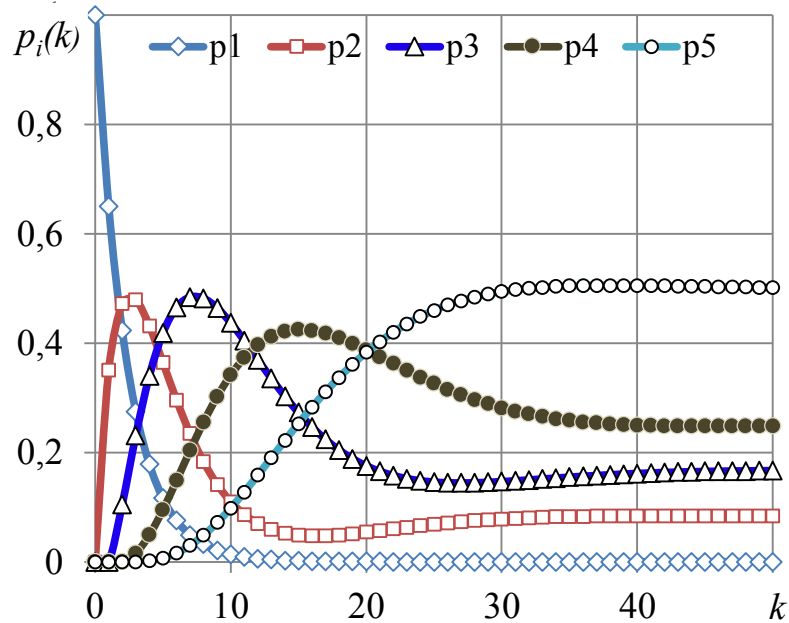
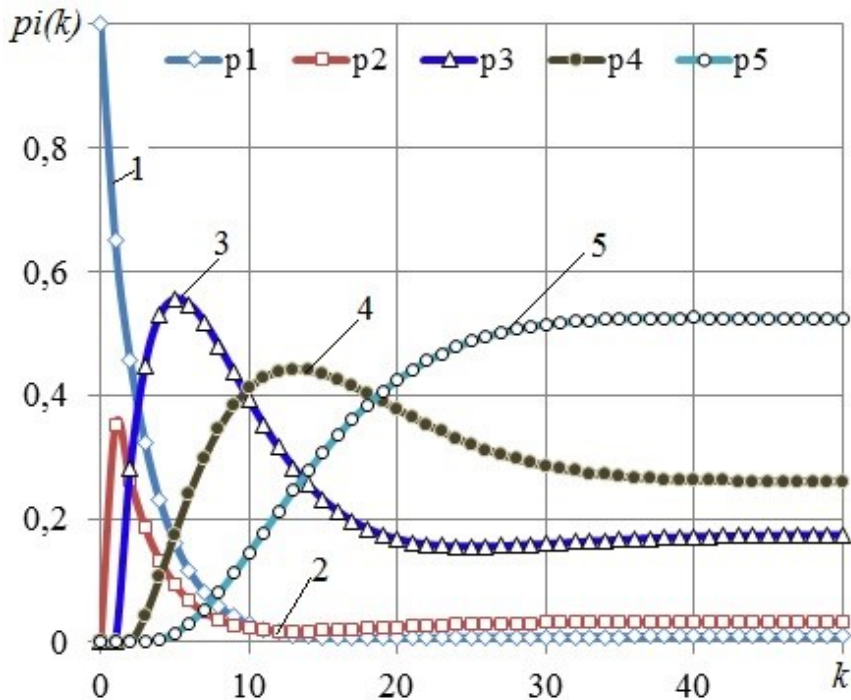


Рисунок 6 – Траєкторія розвитку проектів з відомим змістом та структурою (типу I): p1 – ініціація проекту; p2 – виконання робіт; p3 – контроль результатів; p4 – удосконалення проекту; p5 – завершення проекту

Спочатку виконується ініціація (p1) далі, відповідно, виконання робіт (p2); контроль результатів (p3); удосконалення проекту (p4); завершення проекту (p5).

Для траєкторії розвитку проектів, які мають аналоги (тип II) отримаємо дещо змінену картину - результати, які відображені на рис. 7. Як видно з даних моделювання характер зміни ймовірностей змінився у порівнянні з рис. 6.



Матриця перехідних ймовірностей для проектів, які мають аналоги (типу II):

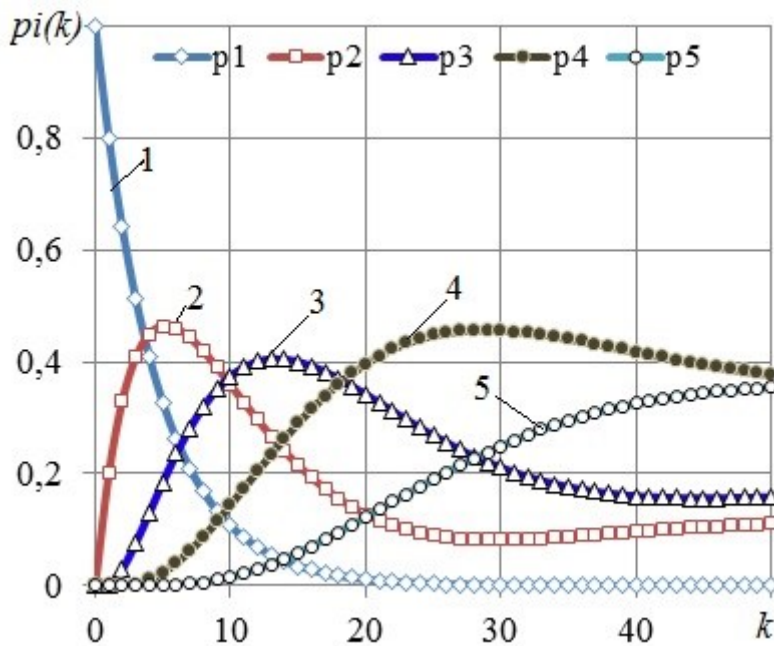
0,65	0,35	0	0	0
0,1	0,1	0,8	0	0
0	0	0,85	0,15	0
0	0	0	0,9	0,1
0	0,05	0	0	0,95

Рисунок 7 – Траєкторія розвитку проектів, які мають аналоги (типу II): p1 – ініціація проекту; p2 – виконання робіт; p3 – контроль результатів; p4 – удосконалення проекту; p5 – завершення проекту

Але особливості «водоспадної» концепції циклу Шухарта-Демінга збереглись. На 15 кроці ймовірність стану S_1 – ініціації проекту – наближається до нульових значень ($p_1(15) \rightarrow 0$). Стан завершення проекту S_5 вже приймає значення $p_5(10) > 0,5$. Ймовірності інших станів визначились у більш широкому інтервалі значень $[0,01 \dots 0,26]$. Загальна картина зміни ймовірностей наближається до характеристик станів звичайного проекту за кроками і не виходить за рамки якісних оцінок за гіпотезою «водоспадної» концепції виконання процесів проектів.

Зберігається також наявність максимумів і їх послідовність за кроками: $\max \{p_1 \rightarrow p_2 \rightarrow p_3 \rightarrow p_4 \rightarrow p_5\}$, що у повній мірі співвідноситься з послідовністю етапів циклу PDCA (рис. 7).

Траєкторія проектів (типу IV), коли структура і зміст проекту не є суттєво новими, але команда проекту не в повній мірі володіє всіма компетенціями, які необхідні для успішної реалізації проекту теж зміниться. У цьому випадку у разі браку компетенцій буде збільшена частка часу на особисті комунікації для пошуку рішень, матеріалів, обладнання тощо (рис. 8).



Матриця перехідних ймовірностей для проектів, які є новими для команди проекту (типу IV):

0,8	0,2	0	0	0
0	0,85	0,15	0	0
0	0	0,9	0,1	0
0	0	0	0,95	0,05
0	0,05	0	0	0,95

Рисунок 8 – Траєкторія розвитку проектів типу IV

Стан завершення проекту S_5 приймає значення $p_5(50) > 0,3$. Ймовірності інших станів на 50 кроці визначились у широкому інтервалі значень $[0,1 \dots 0,37]$. Загальна картина зміни ймовірностей наближається до характеристик станів звичайного проекту за кроками і не виходить за рамки якісних оцінок за гіпотезою «водоспадної» концепції виконання процесів проектів. Зберігається також наявність максимумів і їх послідовність за кроками: $\max \{p_1 \rightarrow p_2 \rightarrow p_3 \rightarrow p_4 \rightarrow p_5\}$, що у повній мірі співвідноситься з послідовністю етапів циклу PDCA за гіпотезою «водоспадної» концепції.

5. Обговорення результатів

Розроблений підхід щодо трансформації циклу PDCA в ланцюг Маркова надає інструмент для аналізу і обґрунтування стратегії управління проектом не тільки в аспекті отримання вигод, а й дозволяє оцінити внесок кожного стану у кінцевий результат. Для цього необхідно виконати ідентифікацію значень перехідних ймовірностей для кожного стану циклу будь-яким з прийнятних методів. Це дозволить налаштувати ланцюг Маркова на відображення конкретної системи.

При інтерпретації даних про розвиток траєкторії проекту координатах життєвого циклу PDCA за різних умов слід врахувати, що ймовірності станів системи $\{p_1(k), p_2(k), \dots, p_5(k)\}$ відображають ймовірності несумісних подій з повної групи. Для всіх станів $s \{s \in 1, \dots, 5\}$ загальний час Θ виконання проекту на кожному кроці k є сумою тривалостей комунікацій в цих станах $\tau_s(k) \{s \in 1, \dots, 5\}$:

$$\Theta = \sum_{s=1}^{n=10} \tau_s(k), \quad (8)$$

де Θ – загальна тривалість проекту;

$\tau_s(k)$ – час перебування проекту в стані $s \{s \in 1, \dots, 5\}$ на кроці k .

У кожному з станів $s \{s \in 1, \dots, 5\}$ на кроці k система може перебувати якийсь певний час $\tau_s(k)$. Значення $p_s(k) = \tau_s(k)/\Theta$ має сенс ймовірності перебування проекту в стані $s \{s \in 1, \dots, 5\}$ на кроці k .

Сума всіх ймовірностей станів дорівнює одиниці:

$$\sum_{s=1}^{n=10} p_s(k) = \sum_{j=1}^{n=10} \frac{\tau_s(k)}{\Theta} = \frac{1}{\Theta} \sum_{j=1}^{n=10} \tau_s(k) = 1. \quad (9)$$

Зазначені ймовірностей станів $p_s(k)$, $s \{s \in 1, \dots, 5\}$ з урахуванням (8) і (9) утворюють несумісну групу подій. Це дозволяє співвідносити величини $p_s(k)$ з тривалістю виконання робіт проекту.

Результати імітаційного експерименту на розробленій моделі циклу PDCA відображають суттєву властивість проектного управління, в якому результативність проектів залежить від характеристик життєвого циклу переваг проекту [64].

7. Висновки.

1 Виконано співставлення методології циклу Шухарта-Демінга (Plan-Do-Check-Act) і трикутника Форсайту. Визначена їх структурна подоба за процесами: Plan → Креативність; Do → Взаємодія; Check → Доказовість; Action → Дія; Finish → Завершення. Що дозволяє будувати суто організаційно-технічну складову Форсайт-проектів на основі циклу PDCA.

2 Вперше розроблений узагальнений математичний опис модифікації циклу PDCA, розробленого для Форсайт-проектів у формі ланцюга Маркова, який відображає можливі стани проектної системи Форсайт-проекту: S_1 – ініціація проекту; S_2 – виконання робіт; S_3 – контроль результатів; S_4 – удосконалення проекту; S_5 – завершення проекту. Запропонований підхід

дозволяє будувати траєкторії розвитку Форсайт-проектів по кроках за різних початкових умов і технологічної зрілості системи, що дозволяє перейти від якісних до кількісних оцінок результатів проектів у формі ймовірнісних характеристик елементів системи.

Побудована класифікацію проектних систем на основі оцінки унікальності проектної діяльності в координатах: унікальність проекту і унікальність для команди проекту. Виконаний аналіз поведінки Форсайт-систем у разі різних сполучень унікальності, що утворюють на SWOT-діаграмі чотири області для різних типів проектів з відмінними характеристиками. Показано, що підбором відповідних значень перехідних ймовірностей π_{sj} , за допомогою ланцюга Маркова для імітації поведінки системи, вдається відобразити проектну систему в будь якій з чотирьох областей

4 Розроблено метод визначення перехідних ймовірностей ланцюгів Маркова, який базується на урахуванні часу комунікацій між станами Форсайт-проекту, що дозволяє розглядати майбутні ситуації передбачення за допомогою моделей – навіть у разі відсутності предметної реалізації Форсайт-проектів або їх елементів.

5 Виконано дослідження щодо зміни ймовірностей станів $p_i(k)$ базової моделі Форсайт-проекту за кроками (тип III); траєкторії розвитку проектів з відомим змістом та структурою (типу I); траєкторії розвитку проектів, які мають аналоги (типу II); траєкторії розвитку проектів типу IV. Показано, що загальна картина зміни ймовірностей станів проектів за кроками не виходить за рамки якісних оцінок і також не протирічить прийнятим гіпотезам за «водоспадною» концепцією виконання процесів проектів. Достовірність отриманих результатів підтверджується також наявністю максимумів і їх послідовністю за кроками: $max \{p_1 \rightarrow p_2 \rightarrow p_3 \rightarrow p_4 \rightarrow p_5\}$, що у повній мірі співвідноситься з послідовністю етапів циклу PDCA.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Карпук А.І. Зарубіжний досвід використання форсайт-технологій у лісовому господарстві. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2012. № 22.2. 37-42
2. ДСТУ EN ISO 9001:2018 Системи управління якістю. Вимоги (EN ISO 9001:2015, IDT; ISO 9001:2015, IDT)
3. Бушуев, С. Д. Бушуева, Н.С., Захаров, А. М. Модели и методы стратегического развития быстрорастущих организаций *Управління проектами та розвиток виробництва*: Зб. наук. пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2006. №1(17). 5-13.
4. Паладченко, О.Ф., Молчанова, І.В. Сучасні підходи і методи проведення прогностичних досліджень: світовий досвід і можливість його використання в Україні. *Наука, технології, інновації*. 2018. № 2. 23-32.
5. The European Foresight Monitoring Network. Collection of EFMN Briefs. Part 1. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 2008, 481 p. Available at: https://ec.europa.eu/research/social-sciences/pdf/other_pubs/efmnreport_en.pdf.
6. Zghurovskiy, M.Z. Foresight of Ukrainian economy. Available at: <http://ied.kpi.ua/wp-content/uploads/2015/10/Foresight2015.pdf>
7. Бушуев, С.Д., Быков, В.Е. Высокий уровень проектного менеджмента – необходимое условие современного этапа общественного развития. *Вісник Східноукр. держ. ун-ту*. 1988. № 6. 6-10.

8. Вайсман, В.А., Гогунский, В.Д., Тонконогий, В.М. Методологические основы управления качеством: факторы, параметры, измерение, оценка. *Сучасні технології в машинобудуванні*. 2012, 7, 160-165.
9. Project Management Competency Development Framework (PMCDF). Model development project manager competencies. Ed. 2 in Rus. – 2013 – 91 p.
10. The PM² Methodology Guide – Open Edition V.1.0. Directorate – General for Informatics (European Commission). Brussels. 2016. 247 с. DOI: 10.2799/957700
11. Лук'янов, Д. В., Колеснікова, К. В., Гогунський В. Д. Метод структурного аналізу компетенцій НСВ. *Управління проектами у розвитку суспільства*. К. : КнубА, 2012. 135-136.
12. Колеснікова, К. В. Лук'янов, Д. В., Руденко, С. В. Визначення ядер знань поведінкових компетенцій фахівців з управління проектами. *Вісник НУК*. № 5 – 6. Миколаїв : НУК, 2012. 84-88.
13. Колеснікова, К. В., Вайсман, В.О. Оптимізація структури управління проектно керованою організацією. *Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Серія: Автоматизація процесів та управління*. Вип. 125. Севастополь : СевНТУ, 2012. 218-221.
14. Бушуев, С.Д., Бушуева, Н.С. National Competence Baseline, NCB UA Version 3.1. К.: ІРІДУМ, 2010. 208 с.
15. Колесникова, Е. В., Негри, А.А. Управление знаниями в IT-проектах. *Вост.-Европ. журнал передовых технологий*. 2013. № 1/10 (61). 213-215.
16. Деминг, У.Э. Новая экономика. – М. : Эксмо, 2006. 208 с.
17. Колесникова, Е. В., Вайсман, В. А., Величко, С. А. Разработка марковской модели состояний проектно управляемой организации. *Сучасні технології в машинобудуванні: зб. наук. праць*. Вип.7. Харків, НТУ «ХП», 2012. 217-223.
18. Гогунський, В.Д., Колесникова, Е.В., Лукьянов, Д.В. Customer focus: Practical use of ICB IPMA in the planning and implementation of projects [Presentation]. Матеріали тренінга вищого керівництва НАЭК. Одеса : ОНПУ, 2015. 1-96. DOI: dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.3503.0484
19. Gogunskii, V., Kolesnikov, O., Kolesnikova, K., Lukianov, D. "[Lifelong learning](#)" is a new paradigm of personnel training in enterprises. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2016. № 4/2 (82). 4-10. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.74905
20. Колесникова, Е. В., Негри, А. А., Ткачук, С. В. Когнитивный анализ и моделирование сложных процессов для формирования профессиональных компетенций. *Матеріали наук.-метод. семінару «Шляхи реалізації кредитно-модульної системи організації навчання»*. 2013. Вип. 7. 105-110.
21. Нив, Г.Р. Пространство доктора Деминга: Принципы построения устойчивого бизнеса; пер. с англ. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2005.
22. Тернер, Дж. Р. Руководство по проектно-ориентированному управлению. М. : Изд. Дом Гребенникова, 2007. 552 с.
23. Drozd, J., Drozd, A. Models, methods and means as resources for solving challenges in co-design and testing of computer systems and their components. *International Conference on Digital Technologies*. 2013. 176-180. DOI: [10.1109/DT.2013.6566307](#)
24. Carboni, J., Young, M., Milsom, P.& Gonzalez, M. The GPM® Global P5™ Standard for Sustainability in Project Management. Ver. 1.5. GPM Global. 2016. 43 с. URL: <https://www.greenprojectmanagement.org/the-p5-standard>.
25. Руководство инновационными проектами и программами (P2M). Т.1. Версия 1.2: пер. под ред. С. Д. Бушуева. К. : Наук. світ, 2009. 173 с.
26. Nonaka, I. The knowledge creating company: how Japanese companies create the dynamics of innovation / I. Nonaka, H. Takeuchi // New York: Oxford University Press. – 1995. – 28
27. Kolesnikova, K Lukianov, D Gogunskii, V Iakovenko, & etc. Communication management in social networks for the actualization of publications in the world scientific community on the example of the network researchgate *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. № 4/3 (88). 27-35. DOI: 10.15587/1729-4061.2017. 08589

28. Колеснікова, К. В., Гловацька, С. М., Руденко, С. В. Моделювання стратегічного управління міжнародною діяльністю університету. *Проблеми техніки*. № 1. – Одеса : ОНМУ, 2013. С. 95-101.
29. Колеснікова, К. В., Олех, Т. М. Матричная диаграмма и «сильная связность» индикаторов ценности в проектах. *Электротехнические и компьютерные системы*. № 7(83). К. : Техніка, 2012. 148-153.
30. Колесникова, Е. В. Оценка компетентности персонала сталеплавильной печи в проекте компьютерного тренажера. *Вост.-Европ. журнал передовых технологий*. 2013. № 5/1 (65). 45-48.
31. Чернова, Л.С. Концептуальна модель форсайт-орієнтованої методології стратегічного управління програмами розвитку організації. *Вісник ОНМУ: Збірник наукових праць*. - Вип.1(58). Одеса: ОНМУ, 2019. 199-207.
32. Martin, B.R. Matching Societal Needs and Technological Capabilities: Research Foresight and the Implications for Social Sciences’, pp.105-15 in *Social Sciences and Innovation*, Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development. 2001
33. Вайсман, В.А., Гогунский, В.Д., Тонконогий, В.М. Методологические основы управления качеством: факторы, параметры, измерение, оценка. *Сучасні технології в машинобудуванні*. 2012, 7, 160-165.
34. Martin, B.R. Creating the Future? Current Approaches to Technology Foresight and their Limitations. *Invited Presentation to the Second International Industrial Futures Conference*, Moller Centre, Cambridge, 2-4 October 2002.
35. Аніпко, О. Б. Бусяк, Ю. М. Котов, О. Б. Вовк, О. В. Критичні і базові технології – як стратегія інноваційного розвитку техніки. *Бронетехніка і авіація. Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. 2012. № 3 (15)/2012. 82-91. URL: http://irbis-nbu.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbu/cgibin/irbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/sitsbo_2012_3_19.pdf
36. Salter A.J. and Martin, B.R. The Economic Benefits of Publicly Funded Basic Research: A Critical Review. *Research Policy*. 2001. 30, pp.509-532
37. Chernov, S., Chernova, L. Constructing the system of decision-making support while creating the strategy of the high-technology enterprise development *Proceedings of the 13th International conference «Computer Sciences and Information Technologies (CSIT2017)»*.- Lviv, Ukraine, September 05-08. 2017. 7-102.
38. Олех, Т. М., Оборская, А. Г., Колесникова, Е. В. Методы оценки проектов и программ *Тр. Одес. политехн. ун-та*. 2012. № 2 (39). 213-220.
39. Чернова, Л. С. Теоретичні аспекти основних процесів управління реалізацією програм розвитку. *Управління проектами та розвиток виробництва*. Зб. наук. праць. – Северодонецьк : Вид-во СХУ ім. В. Даля, 2018. № 3(67). С. 23-35.
40. Колесникова, Е. В. Моделирование структур управления программами проектов в организационно-технических системах. *Вісник Одеського національного морського ун-ту*. 2014. № 1(40). 228-235.
41. Чернова, Л.С. Теоретическое обоснование путей повышения эффективности функционирования морских портов Украины на основе методологий управления проектами. *Управління розвитком складних систем»*. Зб. наук. Праць. Вип.33. Київ : КНУБА, 2018. С.102-107.
42. Cuosa, T. Practicing strategic foresight in government. The cases of Finland, Singapore and European Union. – Singapore: S.Rajaratnam Studies, 2011. 116 p.
43. Popper, R. Methodology: Common Foresight Practices & Tools, in Georghiou, L. et al., *International Handbook on Foresight and Science Policy: Theory and Practice*. Edward Elgar, 2007.
44. Кваша, Т. К. Вибір пріоритетних напрямків науково-технологічного розвитку з використанням форсайту. *Проблеми розвитку інформаційного суспільства: матеріали II міжнародного форуму*. К.: УкрІНТЕІ, 2010. Ч. II. 78-82.

45. Бойкова, М.В., Салазкин, М.Г. Форсайт в Германии. *Форсайт*. 2008. №1.
46. Loveridge, D. Foresight. PREST. University of Manchester, 2001
47. Идеология и методология Форсайта. Заголовок с экрана. Доступ: <http://foresight.sfu-kras.ru/node/49>
48. Становление Форсайта. Первые прецеденты Форсайта. Заголовок с экрана. Доступ: <http://foresight.sfu-kras.ru/node/9>
49. Community Research and Development Information Service. FP6 budget. <http://cordis.europa.eu/fp6/budget.htm> (accessed June 8, 2019).
50. EU Framework Programmes for Research. URL: <https://www.sbf.admin.ch/sbf/en/home/research-and-innovation/international-cooperation-r-and-i/eu-framework-programmes-for-research.html>
51. ДСТУ ISO 9001:2009 Системи управління якістю. Вимоги ((ISO 9001:2008, IDT). Київ : ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ України, 2009.
52. Нив, Генри. Организация как система. Принципы построения устойчивого бизнеса Эдвардса Деминга. Из-во «Альпина Паблишер». 2017. 370 с.
53. Popper R. How are foresight methods selected. *Foresight*. 2008. № 10(6) October. pp. 62–89 [Electronic resource]. Access: https://www.researchgate.net/publication/228678576_How_are_foresight_methods_selected_Foresight_106_62-89
54. Lukianov, D., Bepanska-Paulenko, K., Gogunskii, V. & etc. Development the markovs model of the project as a system role communications team. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. № 3/3(87). 12-21. DOI: [10.15587/1729-4061.2017.103231](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.103231)
55. Колесникова, Е. В. Теория проектного управления: закон контроля параметров риска *Вісник Одеського національного морського університету*. 2013. № 3 (39). 220-232. DOI: [doi.org\10.13140/RG.2.1.4849.0967](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4849.0967)
56. Колесникова, Е.В., Лукьянов, Д.В., Шерстюк, О.И. Оценка эффективности командной работы на стадии инициации проектов. *Управління розвитком складних систем*. 2015. 21, 37-42
57. Колесникова, Е.В. Оценка компетентности персонала сталеплавильной печив проекте компьютерного тренажера. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2013. № 5 (1/65). 45-48
58. Колесникова, Е.В., Становская, И.И. Фрактальная размерность как мера трансформации серийной проектной деятельности в операционную. *Тр. Одес. политехн. ун-та*. 2013. 2 (41), 282-288.
59. Негри, А.А., Колесникова, Е.В., Барчанова, Ю.С. Концепция проекта агрегирующей аналитической информационной системы для работы с наукометрическими базами данных. *Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві*. 2013. № 4 (5). 52-56.
60. Оборський, Г. О., Гогунський, В. Д., Савельєва, О. С. Стандартизація і сертифікація процесів управління якістю освіти у вищому навчальному закладі. Праці Одеського політехнічного університету. 2011. № 1(35). 252-256. DOI: [10.13140/RG.2.1.1967.8169](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1967.8169).
61. Бондарь, В.И., Гогунский, В.Д. Проявление закона Кошкина КВ в безнадежных проектах: признаки, свойства, результаты. *Управління проектами: стан та перспективи* : конф. Миколаїв: НУК, 2009. 111-112
62. Otradskaya, T., Gogunskii, V. Development process models for evaluation of performance of the educational establishments. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 2016. № 3 (3/81). 12 – 22. DOI: [10.15587/1729-4061.2016.66562](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.66562)
63. Gogunsky, V.D., Kolyada, A.S., Iakovenko, V.O. Scientometric data scientific publication "Management of development of complex systems". *Management of development of complex systems*. 2014. №19. 6-11
64. Оборський, Г.О., Гогунський, В.Д. Нові тенденції і завдання щодо підготовки науковців вищої кваліфікації. *Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві*. 2013. 1(2). 5-22 DOI: [doi.org\10.13140/RG.2.1.3081.9286](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3081.9286)