

УДК 65.001

К.В. Колеснікова

Кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій проектування в машинобудуванні

*Одеський національний політехнічний університет, Одеса***РОЗВИТОК ТЕОРІЇ ПРОЕКТНОГО УПРАВЛІННЯ: ОБГРУНТУВАННЯ
ЗАКОНУ К.В. КОШКІНА ЩОДО ЗАВЕРШЕННЯ ПРОЕКТІВ**

Розглянуто характерні властивості виконання проектів і побудовано уніфіковану модель проектного управління із застосуванням однорідних ланцюгів Маркова з дискретними часом і станами. Показано, що результати проектів підкоряються закону завершення проектів, який сформульовано К.В. Кошкіним.

Ключові слова: *проекти, закон завершення, середовище, команда, компетентність, обґрунтування, ланцюги Маркова*

Рассмотрены характерные свойства выполнения проектов и построена унифицированная модель проектного управления с применением однородных цепей Маркова с дискретным временем и состояниями. Показано, что результаты проектов подчиняются закону завершения проектов, который сформулирован Е.В. Кошкиным.

Ключевые слова: *проекты, закон завершения, среду, команда, компетентность, обоснование, цепи Маркова*

Examined the characteristics of the projects and built a unified model of project management with the use of homogeneous Markov chains with discrete time and states. It is shown that the results of projects subject to the law of completing projects that are formulated K. Koshkin.

Keywords: *projects, completion of the law, the environment, team competence, rationale, Markov chains*

Вступ

Результатом наукових досліджень у різних галузях науки і техніки є узагальнення накопичених експериментальних і теоретичних знань про процеси у соціальних, організаційно-технічних та природних системах, які розкривають сутності, зв'язки та закономірності явищ у формі законів. Виявлені закономірності дозволяють відобразити сутність явищ і процесів, які стають у нагоді під час практичної діяльності проектних менеджерів та виконавців робіт. Вимоги практики примушують вивчати ці явища і накопичувати наявні і доступні дані, що необхідні для розв'язання проблем удосконалення та перетворення досліджуваних об'єктів. Коли утворюється критична кількість таких даних, то спочатку висувається гіпотеза про сутність явища (процесу). Виходячи з цієї гіпотези, формулюється вираз закону. Наявність закону дозволяє отримувати нові дані про досліджувані класи процесів, що становлять основу для подальших досліджень і розширення наших знань щодо даного класу систем [1 - 4]. При цьому деякі

закономірності можуть набувати статусу правила. Правилами є доведені до формальних алгоритмів сліdstва законів (наприклад, правило «6Σ» [5]).

Розвиток наукової сутності управління проектами/програмами/портфелями проектів орієнтований на досягнення корисних результатів та їхньої цінності завдяки створенню продуктів, що нерозривно пов'язано з практикою реалізації проектів, у результаті якої формуються раціональні моделі, методи, способи і механізми проектного управління [6].

Формулювання мети досліджень

Становлення управління проектами, як наукового напрямку, здійснюється на основі узагальнення відомих знань і розвитку теоретичних основ проектного управління щодо відображення явищ і сутності, зв'язків та закономірностей проектів у формі законів [1-4]. Особлива увага має приділятися процесам управління якістю створення продуктів проектів [7]. Тому взаємодія з оточуючим середовищем та середовищем проекту є основою для успішності проектів/програм/портфелів проектів.

Оскільки проекти є слабоформалізованими структурами, у яких проявляється безліч випадкових подій і їх наслідків, то слід очікувати, що ця випадковість буде впливати на хід і результати проектів.

У статті досліджуються за допомогою марковської моделі закономірності перебігу й отримання результатів проектів, що сформульовані у законі завершення проектів проф. К.В. Кошкіним [1; 8].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Розвиток галузі знань проектного управління здійснюється переважно за рахунок уроків і прикладів найкращої практики [9]. При цьому керівні документи щодо методів управління пропонують, як правило, шаблони, алгоритми або рецепти діяльності [10–12]. Копіювання або намагання простого відтворення вже здійснених проектів, які завершені іншими командами у відмінних умовах оточення і середовища проектів, часто не призводять до позитивних результатів через порушення закону С.Д. Бушуєва [2]. Такому підходу не властива універсальність.

Ринкові умови, а разом з ними й жорстка конкуренція, сприяють впровадженню проектів, що забезпечують якість і безпеку товарів на рівні світових стандартів. Існує прямий зв'язок між системами управління якістю і моделями технологічної зрілості підприємств і організацій [13]. Технологічна зрілість характеризує рівень готовності підприємства до ефективного управління своєю діяльністю і розвитком на основі проектного підходу. Проведений аналіз відомих систем знань і методологій: PMBoK, ISB, P2M, PRINCE2, а також характеристика проектного, процесного та сценарного підходів в узагальненій методології управління проектами показують, що об'єктивно відбувається розвиток теоретичних засад проектного управління [13]. Все це відбиває тенденцію зростання у сучасних умовах необхідності перегляду традиційних підходів, процесів і структур управління з переходом до проектного управління організаціями виходячи з теоретичних передумов, сутності, закономірностей і законів, а не на основі інтуїтивних рішень проектних менеджерів.

Підходи до управління, що базуються на стандартах сімейства ISO і моделях досконалості організацій, ґрунтуються на загальних принципах [7]:

- а) дозволяють підприємству виявити свої сильні і слабкі сторони;
- б) містять можливості аналізу на підставі загальних моделей;
- в) є основою для постійного поліпшення;
- г) містять можливості визнання організації

зовнішніми сторонами.

Фактично моделі технологічної зрілості відображають рівень формування в організаціях проектно-керованого середовища, яке є основою для постійних змін і удосконалення на основі зворотних зв'язків і урахування кращої практики та уроків проектів [13].

Відмінність між підходами стандартів сімейства ISO і моделей досконалості організацій полягає в їх області застосування. Стандарти сімейства ISO містять вимоги і вказівки щодо поліпшення діяльності організації. При аудиті організацій визначається, чи виконуються ці вимоги [7]. Моделі досконалості містять критерії для порівняльного аналізу діяльності різних організацій. Вони застосовуються до всіх видів діяльності організації і до всіх зацікавлених в ній сторін. Критерії аналізу моделей досконалості пропонують організаціям основу для порівняння своєї діяльності з діяльністю інших організацій [13].

Основні закони проектного менеджменту були запропоновані в [1]. Серед них такі закони: ініціації проекту (С.Д. Бушуєва), закон «сили мрії» (Танаки Хіроші); закон конкурентних відносин в умовах ринкових відносин (В.А. Вайсмана); контролю параметрів процесів проекту (Ю.Л. Воробйова); постійного поліпшення процесів проекту (А.І. Рибак); завершення проектів (К.В. Кошкіна).

Подальший розвиток теорії проектного управління організаціями має бути спрямований на детальне обґрунтування цих законів, що дозволить будувати моделі, розробляти методи, засоби і механізми для реалізації проектної діяльності в різних предметних областях. Чільне місце у низці досліджень з формування теоретичних засад проектного управління належить закону завершення проектів К.В. Кошкіна: "Проекти завершуються з різними результатами по відношенню до очікувань."

Твердження проф. К.В. Кошкіна встановлює, що інформаційні зв'язки, які становлять основу різних структур організаційно-технічного управління є суттєвими властивостями проектів. Цей закон визначає, що у ході виконання проектів через турбулентність оточення і середовища проектів унаслідок дії безлічі випадкових подій і їхніх наслідків існує варіабельність проектних процесів, що впливають на якість проекту.

Перехід від малих серій до масового виробництва створив систему взаємозамінюваності на базі граничних калібрів. Автором першої системи управління якістю можна вважати Ф.У. Тейлора, який створив систему взаємозамінюваності деталей на базі граничних калібрів [14]. Введення двох граничних розмірів виробу, різниця яких була названа допуском, дозволило зробити революційний переворот в оцінці якості продукції. Очевидно, що

задана величина допуску не повинна перевищувати суми окремих похибок виготовлення деталей, які, у свою чергу, мають випадковий характер.

Тейлор вважав, що якість будь-якого значення параметра у полі допуску не залежить від його положення у полі допуску (рис. 1). Поза полем допуску всі значення мають нульову якість, оскільки не відповідають встановленим вимогам. На початку двадцятих років минулого століття У. Шухарт запропонував упорядкувати варіації шляхом їх розподілу за своїм походженням на дві принципово різні групи: загальні та спеціальні варіації [15].

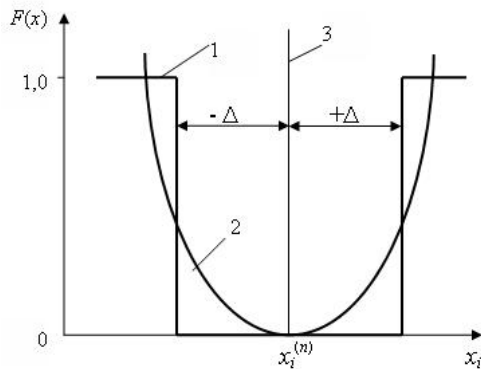


Рис. 1. Функція втрат якості:
1 - ступінчаста (за Тейлором); 2 - квадратична (за Тагучи); 3 - номінал

Загальними причинами варіацій є сумісні дії множини випадкових чинників [16]. Саме відсутність домінуючих за значенням причин дає відносну стабільність процесу. Сукупність малих варіацій характерна для стійкої системи. Спеціальними причинами варіацій вважаються випадкові дії на процес (або систему) зовнішніх чинників, не передбачених ходом процесу, що призводить до відхилення параметрів від заданих значень.

Атестація технологічних систем із застосуванням карт Шухарта дозволила на порядок скоротити контрольний апарат на виробництві і значно знизити витрати на пошук і ліквідацію причин відмов [16]. Варіабельність процесів зусиллями У. Шухарта стала підкорятися зрозумілим правилам, проте поле розсіювання в межах допуску не знизлося.

Японський учений Г. Тагучи запропонував у 1985 році гіпотезу щодо "Функції втрат якості" [17]. Основна її ідея полягає у тому, що з відхиленням значення параметра від номінального розміру (у будь-який бік) його якість знижується. При цьому Тагучи запропонував вартісну (квадратичну) функцію втрат якості. Ця ідея кардинально відрізняється від положень Тейлора про те, що всі значення у полі допуску мають однакову якість.

Функція втрат якості, запропонована Тагучи,

може бути використана, наприклад, для оцінки якості складних систем у верстатобудуванні, які, як відомо, можуть складатися з множини агрегатів. При цьому не тільки розміри деталей є показниками якості, але й показники призначення, використання, надійності, технологічності, ергономічності, естетичності, транспортабельності та ін.

Загальноновизнаним є метод оцінки проектів за деякою множиною факторів індикаторів цінності в проектах [18; 19]. За таких умов будь-яка похибка викликає певні відхилення якості результату проекту.

Обґрунтування закону завершення проектів в операторній формі

Звернемось до відомого обґрунтування закону ініціації проектів, який представлено у загальному виді за допомогою операторного відображення фаз проектів [2]. Доповнимо оператори, що відображають кожну m -у фазу проекту складовою $\Delta_m \{m=I, P, D, C, A, E\}$, що відображає варіабельність процесів:

$I = i(k, TO) \pm \Delta_I$ - результат ініціації проекту;

$P = p(I, k, TO) \pm \Delta_P$ - результат проектної фази;

$D = d(P, k, TO) \pm \Delta_D$ - фаза виконання проекту;

$C = c(D, k, TO) \pm \Delta_C$ - фаза контролю проекту;

$A = a(C, k, TO) \pm \Delta_A$ - поліпшення проекту;

$E = e(A, k, TO) \pm \Delta_E$ - фаза завершення,

де k - команда проекту; TO - турбулентне середовище та оточення проекту.

Тоді результат будь-якого j -го проекту, що відображений у формі скаляра можна представити виразом:

$$Y_j = f(I, P, D, C, A, E)_j \pm \sum_m \Delta_m.$$

Функціонал $f(I, P, D, C, A, E)_j \Rightarrow F_j(k, TO)$ залежить від керуючих впливів, що формуються при взаємодії команди проекту з турбулентним оточенням. Отже, два подібні проекти, які виконані різними командами, будуть мати відмінності. Більше того, два подібні проекти, які виконані однієї і тією ж командою, також будуть унікальними, через те, що турбулентне оточення ніколи не буде однаковим у цих проектах [2].

Відомі моделі формування бачення проектів і програм: "туман", "хмара", "горизонт", "телескоп", "піраміда" [20; 21]. Наприклад, управління програмами створення і вдосконалення технічної бази та програмного забезпечення засобів обчислювальної техніки навчального закладу можна віднести до області проектів реструктуризації та розвитку організацій, якій відповідає модель "хмара", коли видно тільки силует продукту і результат, а елементи системи практично не визначені. Стратегія планування подібних проектів полягає у просуванні в напрямку "хмари" на основі покрокової схеми формування бачення та застосування різних засобів досягнення мети в

умовах підвищених ризиків з численними змінами та корекцією вже виконаних проектів. Подібні особливості проекту дозволяють віднести його до типу безнадійних проектів [8].

Ознаки таких проектів:

- тривалість проекту зменшена більш ніж наполовину в порівнянні з розрахунковим планом;
- кількість розробників не відповідає обсягам робіт;
- бюджет та пов'язані з ним ресурси формуються виходячи з можливостей організації, а не потреб проекту;
- вимоги до функцій, можливостей, продуктивності та інших технічних характеристик продукту проекту обмежені доступними ресурсами.

Вимоги, пов'язані з продуктивністю, можуть і не спричинити за собою невдачу проекту. Поліпшення функціональних можливостей зазвичай означає збільшення необхідного обсягу роботи, що обов'язково призведе до невдачі проекту.

Зазначене підкреслює необхідність урахування положень закону щодо завершення проектів.

Виконаємо класифікацію твердження проф. К.В. Кошкіна за ознаками: об'єкт, метод, результат, наслідок, правило:

Об'єкт	Область знань управління проектами: як передаються похибки у мережі процесів проектів
Метод	Емпірична закономірність на основі практики управління проектами
Результат	Твердження, закономірність
Наслідок	Результат проекту ніколи не буде збігатися з планом
Правило	Варіабельність процесів виконання проектів генерує ризики, які стають на заваді щодо успішного завершення проектів

Наведене обґрунтування дозволяє зробити висновок, що науково обґрунтоване твердження проф. К.В. Кошкіна має всі властивості закону.

Наведене обґрунтування на якісному рівні встановлює наявність варіабельності у проектах. Для переходу від якісної оцінки до кількісних характеристик проектів пропонується з урахуванням характерних ознак виконання проектів побудувати уніфіковану модель проектного управління із застосуванням однорідних ланцюгів Маркова з дискретними часом і станами.

Побудова марковської моделі

Дослідження різних систем за допомогою математичних моделей показують доцільність їхнього застосування, що дозволяє найбільш ефективно вирішувати завдання досягнення поставлених цілей в умовах обмеженості часових,

фінансових, матеріальних, людських та ін. видів ресурсів. Застосування марковських ланцюгів для визначення ймовірностей станів технічних або соціальних систем ґрунтується на структурній і параметричній подібності оригіналів цих систем їхнім відображенням - марковським моделям [22]. У роботі [23] марковської моделі відображають організаційно-технічну систему в проектах надання медичних послуг. Марковська модель для проектно-орієнтованого управління верстатобудівним підприємством наведена в [24]. Управління рекламними проектами з використанням марковської моделі запропоновано в роботі [25]. Марковські моделі є ефективним засобом для оцінки різних аспектів роботи навчальних закладів [26; 27]. Відмінності зазначених вище моделей криється у різних способах визначення умовних ймовірностей переходів між дискретними станами.

Для побудови марковської моделі зміни станів, які відповідають певним учасникам проектів, скористаємось відомою схемою проектів [10], яка визначає основні переходи між станами (рис. 2).

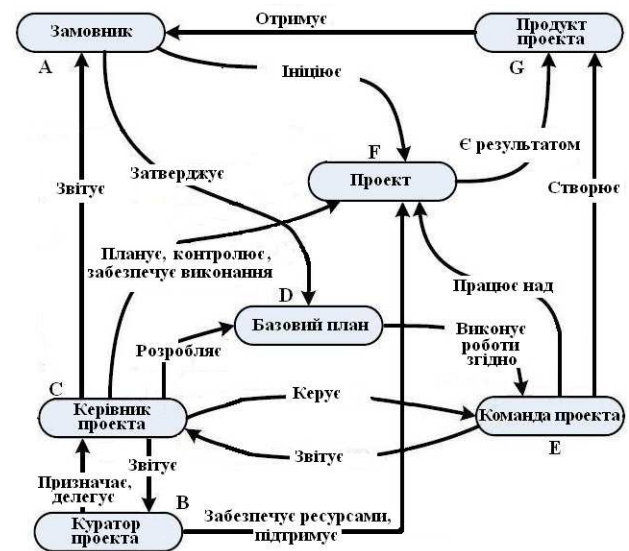


Рис. 2. Схема взаємодії учасників проекту [7]:
А, В, ... G – ідентифікатори станів

Ця схема дозволяє у першому наближенні виконати якісну оцінку ефективності взаємодії і підпорядкування учасників проектів. Схема, що відображає взаємодію учасників проектів не дозволяє отримати кількісні характеристики результативності проектів. Очевидна суперечність – стратегії управління проектами розробляються виходячи з методу проб і помилок у прийнятті управлінських рішень, а не на основі моделювання цих процесів.

Взаємодія учасників проектів є найважливішою умовою успішної реалізації проектної діяльності, яка зазвичай розглядається як характеристика рівня

компетентності і майстерності керівника проекту та його команди [28]. Для проактивного управління проектами актуальним є завдання завчасної оцінки очікуваного результату, який можна отримати за допомогою моделювання.

Прийmemo за основу схему взаємодії учасників проектів (рис. 2) для трансформації її у ланцюг Маркова [10]. Позначимо через S_i $\{i=1, 2, \dots, 7\}$ можливі стани системи, що наявні у проекті (рис. 2): $S_1 = A$; $S_2 = B$; $S_3 = C$; $S_4 = D$; $S_5 = E$; $S_6 = F$; $S_7 = G$. У марковському ланцюзі треба відобразити додаткові зв'язки, які реалізують «затримки» системи у кожному із станів S_i $\{i=1, 2, \dots, 7\}$ (рис. 3).

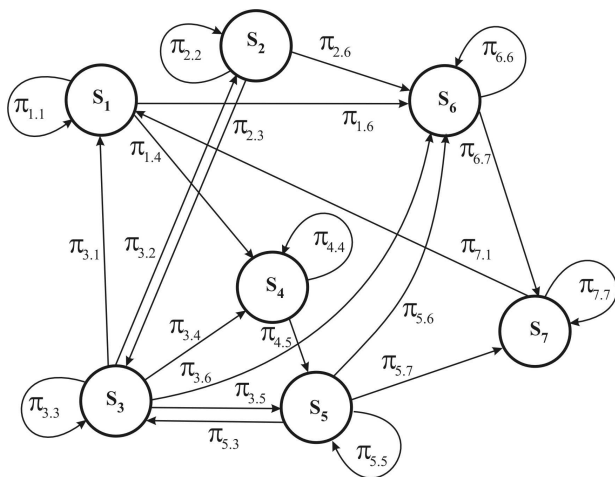


Рис. 3. Розмічений граф марковського ланцюга

У марковських ланцюгах відображається випадковий процес зміни множини станів $S_k = \{s_1, s_2, \dots, s_i\}_k$ у часі $t[0, T]$, де k - номер кроку, а i - число станів. «Марковість» проектів підтверджується тим, що в них і в марковських ланцюгах можливі зміни ймовірностей станів системи по кроках k , має місце подоба топологічної структури переходів [24]. Існують ймовірності переходів π_{ij} в інші стани, а сума перехідних ймовірностей з деякого стану дорівнює одиниці:

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

де $m = 7$ – число можливих станів системи.

Сума ймовірностей всіх станів $p_i(k)$ на кожному кроці k також дорівнює одиниці [25]:

$$\sum_{i=1}^m p_i(k) = 1,$$

де $p_i(k)$ - ймовірність i -го стану на кроці k .

Під кроком розуміється деякий управляючий вплив, який переводить систему до нового стану [26].

Ймовірності станів $p_1(k), p_2(k), \dots, p_m(k)$ однорідного ланцюга Маркова з дискретним часом характеризують феноменологічне відображення системи - те, чим об'єкт себе проявляє. Для будь-якого кроку k існують також "ймовірності затримки" π_{ii} системи в даному стані, які доповнюють до

одиниці суму перехідних ймовірностей по всіх переходах з даного стану. Наявні умовні перехідні ймовірності π_{ij} між різними станами можуть бути визначені за експертними оцінками. Якщо умовні перехідні ймовірності π_{ij} між різними станами визначені і відомі ймовірності станів $p_1(k), p_2(k), \dots, p_7(k)$ однорідного ланцюга Маркова, то значення ймовірностей станів $p_1(k+1), p_2(k+1), \dots, p_7(k+1)$ на наступному $k+1$ кроці визначається із системи рівнянь, що описують марковський ланцюг, наведений на рис. 3:

$$\begin{aligned} p_1(k+1) &= \sum_{j=1}^{m=7} p_j(k) \cdot \pi_{1,j}, \\ p_2(k+1) &= \sum_{j=1}^{m=7} p_j(k) \cdot \pi_{2,j}, \\ p_3(k+1) &= \sum_{j=1}^{m=7} p_j(k) \cdot \pi_{3,j}; \\ p_4(k+1) &= \sum_{j=1}^{m=7} p_j(k) \cdot \pi_{4,j}; \\ p_5(k+1) &= \sum_{j=1}^{m=7} p_j(k) \cdot \pi_{5,j}; \\ p_6(k+1) &= \sum_{j=1}^{m=7} p_j(k) \cdot \pi_{6,j}; \\ p_7(k+1) &= \sum_{j=1}^{m=7} p_j(k) \cdot \pi_{7,j}. \end{aligned}$$

Значення π_{ij} $\{i = 1..7; j = 1..7\}$ визначені у матриці перехідних ймовірностей:

$$\|\pi_{i,j}\| = \begin{pmatrix} \pi_{1,1} & 0 & 0 & \pi_{1,4} & 0 & \pi_{1,6} & 0 \\ 0 & \pi_{2,2} & \pi_{2,3} & 0 & 0 & \pi_{2,6} & 0 \\ \pi_{3,1} & \pi_{3,2} & \pi_{3,3} & \pi_{3,4} & \pi_{3,5} & \pi_{3,6} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \pi_{4,4} & \pi_{4,5} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \pi_{5,3} & 0 & \pi_{5,5} & \pi_{5,6} & \pi_{5,7} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \pi_{6,6} & \pi_{6,7} \\ \pi_{7,1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \pi_{7,7} \end{pmatrix}.$$

До властивостей проектів, що відповідають марковським ланцюгам, можна віднести:

- операційні дії у проектах: а) випадковий процес; б) для проекту існує певна сукупність станів; в) неможливо врахувати передісторію переходу в деякий стан; г) дії команди проекту, що здійснюються в момент часу t_k , переводять систему в новий стан;

- хід проектів формує розподіл ймовірностей станів системи - можна вказати можливі переходи системи з кожного стану в інші за один крок;

- стани системи відображаються на розміченому графі, із зазначенням можливих переходів з одного стану в інший.

Аналіз властивостей оригінала і моделі дозволяють зробити висновок про обґрунтованість застосування марковських ланцюгів для моделювання проектів.

Обґрунтування закону К.В. Кошкіна на основі імітаційного моделювання

Як відомо, модель є віртуальним або реальним об'єктом, яким можна замінити оригінал у дослідженні його властивостей. Виходячи з цього визначення виконаємо імітаційне моделювання результативності проектів за допомогою розробленої марковської моделі (рис. 4).

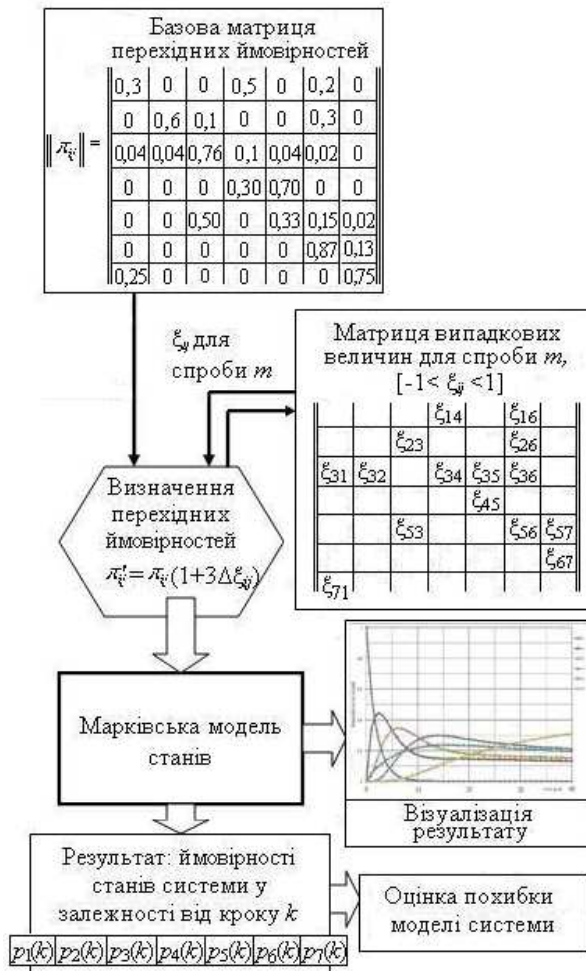


Рис. 4. Схема проведення імітаційного експерименту для визначення похибки проекту

Відхилення результатів проектів залежать при моделюванні від якості вхідних даних – значень перехідних ймовірностей, які, у загальному випадку, завжди визначаються з деякою похибкою. В однорідному марковському ланцюгу з дискретним часом приймається, що перехідні ймовірності не змінюються в часі. Таке припущення для проектів прийнятно у зв'язку з тим, що всі активності у ході виконання проектів включають певні сукупності комунікацій та управлінських впливів.

Прийmemo гіпотезу, що похибки комп'ютерних розрахунків, які зв'язані з округленням результатів, відсутні. При виконанні моделювання за допомогою моделі марковського ланцюга похибки будуть вноситися тільки через неточність визначення

значень перехідних ймовірностей. Тобто для визначення загального відхилення результатів проектів від очікуваних результатів необхідно визначити вплив похибок визначення перехідних ймовірностей на результати.

Матриця перехідних ймовірностей базового варіанта проекту (рис. 3):

$$\|p_{ij}\| = \begin{bmatrix} 0,3 & 0 & 0 & 0,5 & 0 & 0,2 & 0 \\ 0 & 0,6 & 0,1 & 0 & 0 & 0,3 & 0 \\ 0,04 & 0,04 & 0,76 & 0,1 & 0,04 & 0,02 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,30 & 0,70 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,50 & 0 & 0,33 & 0,15 & 0,02 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,87 & 0,13 \\ 0,25 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,75 \end{bmatrix}$$

Результати зміни ймовірностей станів системи по кроках для базового варіанта множини перехідних ймовірностей відображені на рис. 5. Ці результати характеризують певний рівень технологічної зрілості і компетентності команди проекту, а також середовище та оточення проекту, від яких залежить виконання проекту.

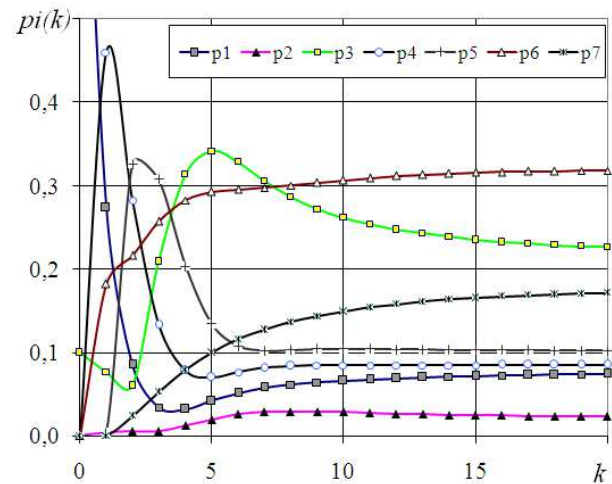


Рис. 5. Зміна ймовірностей станів системи для базової множини даних:

$p_i(k)$ – ймовірності станів; k - кроки проекту

Для оцінки похибки обчислень залежно від похибки завдання вхідних даних можна скористатися відомими правилами:

- гранична абсолютна похибка алгебраїчної суми дорівнює сумі граничних абсолютних похибок складових;

- відносна похибка добутку й частки дорівнює сумі відносних похибок співмножників або відповідно ділимого й дільника [16].

При оцінюванні похибки результатів розрахунків по граничних похибках слід мати на увазі, що фактично похибка результату зазвичай менша за обчислену граничну величину. Похибки вхідних даних часто виявляються різних знаків і частково можуть компенсувати одне одного.

Зазначену компенсацію можна врахувати в умовах імітаційного експерименту.

Приємо, що відносна похибка визначення всіх умовних перехідних ймовірностей становить $d = 1,0 \%$ або $\Delta = d/100 = 0,01$. За допомогою стандартної функції MS Excel СЛЧИС(), яка повертає рівномірно розподілене випадкове число, одержимо випадкові числа $[-1 < \xi_{ij} < +1]$. Для цього скористаємося формулою $\xi_{ij} = 2 * \text{СЛЧИС}() - 1$.

В імітаційному експерименті для кожного нового варіанта розрахунків генеруємо набір випадкових чисел $[-1 < \xi_{ij} < +1]$. Обчислюємо значення всіх перехідних ймовірностей з урахуванням можливої похибки:

$$\pi_{ij} = \pi_{ij}^{(0)} * (1 + 3 \xi_{ij} * d / 100),$$

де $\pi_{ij}^{(0)}$ - базові перехідні ймовірності.

Результати імітаційного обчислювального експерименту (табл. 1) показують, що за відносною похибки 0,01 у визначенні перехідних ймовірностей стандартне відхилення $\Delta = \sigma$ по всіх ймовірностях станів не перевищує 0,5 %.

Таблиця 1

Результати імітаційного експерименту

Спроба	Ймовірності станів на кроці $k=10$						
	$p_1(k)$	$p_2(k)$	$p_3(k)$	$p_4(k)$	$p_5(k)$	$p_6(k)$	$p_7(k)$
1	0,070	0,028	0,231	0,082	0,099	0,330	0,160
2	0,070	0,027	0,232	0,082	0,098	0,323	0,168
3	0,068	0,027	0,233	0,080	0,095	0,334	0,161
4	0,068	0,027	0,232	0,079	0,095	0,332	0,167
5	0,072	0,026	0,225	0,080	0,097	0,338	0,163
6	0,071	0,026	0,227	0,084	0,098	0,330	0,163
7	0,069	0,026	0,228	0,082	0,098	0,332	0,165
8	0,069	0,027	0,233	0,084	0,097	0,323	0,167
9	0,070	0,027	0,231	0,078	0,097	0,333	0,165
10	0,070	0,027	0,230	0,082	0,096	0,335	0,160
$D 10^6$	1,566	0,4	7,289	4,01	1,78	23,3	8,77
$\Delta \%$	0,125	0,063	0,270	0,20	0,133	0,483	0,296

Дисперсія D визначена за формулою:

$$D = \sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (p_i(10) - \bar{p}(10))^2,$$

де $p_i(10)$ – ймовірності станів, $i = 1, 2, \dots, n$;

$\bar{p}(10)$ – середнє значення ймовірності стану на 10 кроці, цей крок обраний у зв'язку з тим, що на даному кроці система ще не вийшла відповідно до теореми Колмогорова в область граничних ймовірностей марковського ланцюга.

Наведені на рис. 6 результати, які отримано під час імітаційного експерименту для умов варіабельності параметрів проекту, показують, що похибки у визначенні перехідних ймовірностей суттєво впливають на розподіл ймовірностей станів системи.

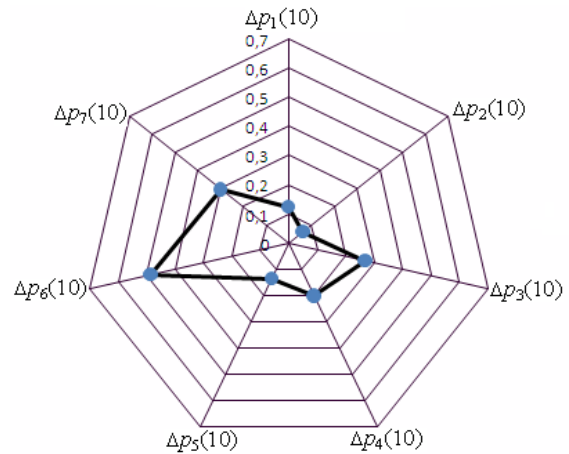


Рис. 6. Область варіабельності проектів: $p_i(10)$ – ймовірності станів на кроці $k=10$

За допомогою розробленої марковської моделі у імітаційному експерименті доведено, що закон К.В. Кошкіна відображає суттєву закономірність управління проектами: у ході виконання проектів через варіабельність оточення і середовища проектів унаслідок дії множини випадкових подій і їхніх наслідків проекти завершуються з результатами, які формують область варіабельності проектів.

Але основний висновок за результатами виконаного дослідження полягає у тому, що у слабоструктурованій проектній системі існують зв'язки та закономірності, які спрямовують хід проектів на отримання визначеного корисного результату. Виявлені закономірності дозволяють відобразити сутність цього явища виразом: "Проекти завершуються з різними результатами по відношенню до очікувань." Це і є визначенням закону К.В. Кошкіна. Тобто існування області варіабельності проектів є об'єктивною закономірністю в галузі знань управління проектами.

Висновки

Створено нову уніфіковану марковську модель проектів, яка дозволяє відобразити ймовірності станів системи повною групою несумісних подій, одна з яких реалізується.

Математичний опис уніфікованої моделі проектів марковськими ланцюгами, дає змогу моделювати параметри ходу проектів, а саме, зміни ймовірностей станів системи залежно від кількості кроків виконання проектів. Застосування марковської моделі дає змогу виявляти необхідну кількість проектних кроків задля досягнення конкретної мети проектів і встановити траєкторію ходу проектів. Досліджені характерні властивості виконання проектів із застосуванням однорідних ланцюгів Маркова з дискретним часом і станами. Показано, що результати проектів підкоряються закону завершення проектів, який сформульовано К.В. Кошкіним.

Напрямки подальших досліджень слід спрямувати на розробку методів теоретичного і експериментального визначення значень перехідних ймовірностей, які фактично дозволяють виконати «навчання» марковської моделі для відображення реальних проектів.

Список літератури

1. Гогунский, В. Д. Основные законы проектного менеджмента [Текст] / В. Д. Гогунский, С. В. Руденко // IV міжнар. конф.: «Управління проектами: стан та перспективи». – Миколаїв: НУК, 2008. – С. 37 – 40.
2. Вайсман, В. А. Теория проектно-ориентированого управления: обоснование закона Бушуева С. Д. [Текст] / В. А. Вайсман, В. Д. Гогунський, С. В. Руденко // Наук. записки Міжнар. гуманітарного ун-ту: Зб. – Одеса: МГУ, 2009. – С. 9 – 13
3. Гогунский, В. Д. Обоснование закона о конкурентных свойствах проектов [Текст] / В. Д. Гогунский, С. В. Руденко, П. А. Теслено // Управління розвитком складних систем. – Вип. 8. – К.: КНУБА, 2012. – С. 14 – 16.
4. Руденко С. В. Формулировка научного положения Тернера о развитии проектов в форме закона / С. В. Руденко [Текст] // Тези доп. VI міжнар. конф. "Управління проектами у розвитку суспільства": Відп. за випуск С. Д. Бушуев. – К.: КНУБА, 2009. – С. 161 – 163.
5. Хэри М. «Шесть сигм»: стратегия прорыва в рентабельности // Методы менеджмента качества. – 2001. – № 6. – С. 9 – 14.
6. Бушуев, С. Д. Напрями дисертаційних наукових досліджень зі спеціальності «Управління проектами та програмами» [Текст] / С. Д. Бушуев, В. Д. Гогунський, К. В. Кошкін // Управління розвитком складних систем. – 2012. – № 12. – С. 5 – 7.
7. ISO 21500: 2012. Guidance on project management. – ISO PC 236 № 113, 2012. – 51 s.
8. Бондарь, В. И. Проявление закона Кошкина К. В. в безнадежных проектах: признаки, свойства, результаты [Текст] / В. И. Бондарь, В. Д. Гогунский // Управління проектами: стан та перспективи: Міжнар. наук.-практ. конф. – Миколаїв: НУК, 2009. – С. 111 – 112.
9. Белоцицкий, А. А. Управление проблемами в методологии проектно-векторного управления образовательными средами [Текст] / А. А. Белоцицкий // Управління розвитком складних систем. – № 9. – 2012. – С. 104 – 107.
10. ГОСТ Р 54869 – 2011 Проектный менеджмент. Требования к управлению проектом [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2011. – 10 с.
11. ГОСТ Р 54870 - 2011 Проектный менеджмент. Требования к управлению портфелем проектов [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2011. – 13 с.
12. ГОСТ Р 54871 - 2011 Проектный менеджмент. Требования к управлению программой [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2011. – 16 с.
13. Бушуев С. Д. Развитие систем знаний и технологий управления проектами [Текст] / Управление проектами / С. Д. Бушуев. – М.: Изд. дом «Гребенникова», 2005. – № 2(2). – С. 18 - 24.
14. Taulor F.W. Shop Management. - New-York, 1903.
15. Сорокина Е. В. Генезис столетней борьбы с вариабельностью процессов // Качество, инновации, образование. – № 4. – 2008. – С. 42 – 46.
16. Адлер Ю. П. Система экономики качества / Адлер Ю. П., Шепетова С. Е. – М.: Стандарты и качество, 2005. – 182 с. – (Серия «Практический менеджмент»).
17. Ефимов В. В. Методы Тагучи: практика применения // Методы менеджмента качества. – 2005. – № 6. – С. 28 – 35.
18. Олех, Т. М. Методы оценки проектов и программ [Текст] / Т. М. Олех, А. Г. Оборская, Е. В. Колесникова // Труды Одес. политехн. ун-та. – Вып. 2 (39) – 2012. – С. 213 – 220.
19. Колеснікова К. В. Матричная диаграмма и «сильная связность» индикаторов ценности в проектах / К. В. Колеснікова, Т. М. Олех // Электротехнические и компьютерные системы. – Вып. 7(83)– К.: Техніка, 2012. – 170 с. – С. 148 – 153.
20. Бушуева, Н. С. Модели и методы проактивного управления программой организационного развития [Текст] / Н. С. Бушуева. – К.: Наук. світ, 2007. – 270 с.
21. Бушуев С. Д. Современные подходы к развитию методологий управления проектами / Бушуев С. Д., Бушуева Н. С. // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб. наук. праць. Під. ред. В. А. Рач – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2005. – № 1(13). – С. 5 – 19.
22. Руденко, С. В. Сетевые процессы управления проектами в контексте отображения состояний проекта [Текст] / С. В. Руденко, Е. В. Колесникова, В. И. Бондарь // Проблемы техники. – 2012. – № 4. – С. 61 – 67.
23. Розробка марківської моделі зміни станів пацієнтів в проектах надання медичних послуг [Текст] / С. В. Руденко, М. В. Романенко, О. Г. Катуніна, К. В. Колеснікова // Управління розвитком складних систем. – № 12. – 2012. – С. 86 – 89.
24. Колеснікова, К. В. Розробка марківської моделі станів проектно керованої організації [Текст] / К. В. Колеснікова, В. О. Вайсман, С. О. Величко // Сучасні технології в машинобудуванні: зб. наук. праць. – Вип. 7. – Харків: НТУ «ХПИ», 2012. – С. 217 – 222.
25. Оборская, А. Г. Модель эффектов коммуникаций для управления рекламными проектами [Текст] / Оборская А. Г., Гогунский В. Д. // Тр. Одес. политехн. ун-та. – Одесса: ОНПУ, 2005. – С. 31 – 34.
26. Яковенко, В. Д. Прогнозування стану системи керування якістю навчального закладу [Текст] / В. Д. Яковенко, В. Д. Гогунський // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2009. – № 2. – С. 50 – 57.
27. Колеснікова, К. В. Моделирование стратегического управления международной деятельностью университета [Текст] / К. В. Колеснікова, С. М. Гловацька, С. В. Руденко // Проблемы техники. – № 1. – 2013. – С. 95 – 101.
28. Рач, В. А. Контекстно-личностное оценивание компетентности проектных менеджеров с использованием теории нечетких множеств [Текст] / В. А. Рач, О. В. Бирюков // Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. пр. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля. 2009. – № 1 (29). – С. 151 – 169.

Стаття надійшла до редколегії 02.09.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О. Л. Становський, Одеський національний політехнічний університет, Одеса.