

УДК 005.8

**Колесніков Олексій Євгенович**Кандидат технічних наук, доцент кафедри управління системами безпеки життєдіяльності,  
*orcid.org/0000-0003-2366-1920*

Одеський національний політехнічний університет, Одеса

## УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ У СФЕРІ ОСВІТИ З ВИКОРИСТАННЯМ МАРКОВСЬКОЇ МОДЕЛІ ОЦІНКИ ДІЯЛЬНОСТІ

***Анотація.** У контексті проактивного управління проектами проаналізовано особливості та узагальнення оцінки ступеня досконалості освітніх систем. Показано, що цей ступінь може бути відображено через узагальнений показник рівня існуючого в об'єкті ступеня досконалості освітньої системи. Феноменологічним відображенням ступеня досконалості для організаційно-технічних систем у сфері освіти є ланцюги Маркова. Досліджені практичні аспекти оцінки ефективності планування та управління проектами в умовах діючого або віртуального закладу.*

***Ключові слова:** сфера освіти; проекти; управління; ступінь досконалості; ланцюги Маркова; оцінка; перехідні ймовірності*

### Вступ

Розвиток теорії управління проектами подолав шлях від системно-орієнтованого підходу через цільове управління до створення проектно-керованих організацій, які орієнтовані на упереджувальне, проактивне управління. Еволюція йшла від об'єкта до систем організаційно-технічного управління, де переважаюча роль належить персоналу [1]. Створені нові підходи до загального управління організаціями – управління змінами за допомогою проектів із застосуванням моделей, методів і механізмів удосконалення структури і процесів управління, а також процесів організацій на основі аналізу результатів проектів [2].

У розвиток положень Р.Дж. Тернера для проектних систем необхідно розглядати управління організаціями, як створення системи проектів, орієнтованих на безперервне поліпшення процесів і продуктів [3]. При цьому оцінка проектів за допомогою зворотного зв'язку впливає на ініціацію нових проектів, що дозволяє поліпшити рівень досконалості проектною системи. Тому оцінка є ключовим фактором проактивного управління системою. Прийняття рішень щодо ініціації проектів передбачає визначення оцінок діяльності навчальних закладів щодо створюваної цінності, а саме: цінності продукту, розвитку, діяльності та процесу [4].

### Мета статті

Метою дослідження є розробка системи оцінювання проектів з використанням марковського ланцюга. Для досягнення поставленої мети були означені такі задачі:

- розробити модель оцінки рівня досконалості

навчального закладу з дискретними станами, що відображають певні ступені досконалості системи [5]:  $D_1$  – незадовільно;  $D_2$  – нижче норми;  $D_3$  – норма;  $D_4$  – нормативи перевищені;  $D_5$  – набагато вище норми;

- розробити метод ідентифікації марковської моделі шляхом визначення витрат часу за комунікаціями певних станів, що дозволить “настроювати” ланцюг Маркова на відображення властивостей конкретного навчального закладу;

- дослідити практичні аспекти оцінки систем проектного управління на стадії розробки та впровадження проектів.

### Аналіз попередніх публікацій і характеристика проблеми

Складнощі управління проектами в організаційно-технічних системах зумовлені низкою особливостей: наявністю множини факторів і їх взаємною залежністю [6]; відсутністю достатньої інформації про динаміку процесів [7]; турбулентністю оточення і мінливістю характеру процесів у часі, що не дозволяє виділити і детально дослідити окремі елементи системи [8]. Тому всі явища, що відбуваються в них повинні розглядатися для проекту в цілому [9]. Через зазначені особливості проекти є слабоструктурованими системами [10]. Множина параметрів системи утворює складне «павутиння» зв'язків і станів, причин і наслідків, що змінюються в часі [9]. Розвиток і хід проектів в таких багатофакторних слабоструктурованих системах не є детермінованим. Тому для опису і моделювання траєкторії розвитку проектів у фазовому просторі розподілу ймовірностей пропонується застосовувати феноменологічні моделі [10], які будуються на основі ланцюгів Маркова, що відображають структуру

проектів та «настроюються» на певні проекти за рахунок використання практичних даних для визначення перехідних ймовірностей [11].

Формування сучасного управління якістю проектів обумовлено прийняттям світовою спільнотою низки міжнародних стандартів в галузі менеджменту якості (ISO 9001; ISO 21500) та соціальної відповідальності (ISO 26000 і SA 8000) [12]. Освіта повинна формувати компетенції фахівців майбутнього. Сучасна парадигма освіти: «Знання на все життя» – трансформується за вимогами часу у нову форму освіти: «Знання через все життя» [13]. Пошук в Internet-просторі за ключовими словами “quality of education” (якість освіти) показав сотні мільйонів (1 170 млн) Веб-сторінок.

Зрозуміло, що ці проекти мали бути підготовлені до реалізації шляхом їхнього ініціювання. Тому розробка системи для підтримки прийняття рішень в управлінні проектами з використанням марковського ланцюга є актуальним напрямом наукових досліджень.

Зазвичай ідея проекту трансформується в бачення проекту, що передбачає побудову коректної моделі проекту / продукту, застосування доступних методів і засобів перетворення ресурсів у продукти/послуги в умовах існуючих обмежень [14]. Проектні рішення на цій стадії виробляються у взаємодії всіх зацікавлених сторін проекту [15]. Практичний перехід до впровадження проектно-керованого управління з огляду на глобальний характер проблеми повинен здійснюватися не на основі інтуїтивних рішень, а виходячи з теоретичних передумов, сутності, закономірностей і законів проектного менеджменту [16].

Розв’язання протиріч між вимогами щодо ефективності систем планування та управління проектами і завданнями підтримки прийняття проектних рішень можливо за рахунок використання інформаційних систем [17]. Відомі математичні моделі не дозволяють відтворити недоступні для безпосереднього вимірювання параметри проектів [18]. Дослідження мають наукове й практичне значення, оскільки вони спрямовані на розв’язання актуальної проблеми проектного менеджменту, сутність якої полягає у створенні зворотного зв’язку між об’єктом управління і спільнотою зацікавлених сторін, що дозволяє за допомогою анкетування настроювати ланцюг Маркова на опис конкретного об’єкта [19].

Відображення за допомогою ланцюгів Маркова технічних або соціальних систем ґрунтується на структурній і параметричній подібності оригіналів цих систем їхнім відображенням – марковським моделям [20].

Особливості реалізації парадигми «навчання упродовж життя» досліджено завдяки когнітивним

властивостям ланцюгів Маркова у статті [13]. Розробка марковської моделі діяльності інженера з охорони праці виконана в [21]. У роботі [14] за допомогою марковської моделі представлена організаційно-технічна система зміни станів пацієнтів в проектах надання медичних послуг. Загальні питання моделювання управління проектами з використанням марковської моделі висвітлено в роботі [10]. Можна також відмітити ефективність використання марковських моделей для оцінки якості діяльності навчального закладу [17]. Питання ініціації проектів з охорони праці висвітлені в роботі [4].

Вказані приклади об’єднують наявність декомпозиції досліджуваних систем на певні дискретні стани з побудовою графу переходів між цими станами. Відмінності вказаних моделей проявляються у різних підходах щодо визначення умовних перехідних ймовірностей між дискретними станами. Тобто, ідентифікація ланцюгів Маркова з дискретними станами і часом для відображення різних об’єктів визначається способами обчислення перехідних ймовірностей [9]. У науковій практиці застосовуються такі методи визначення перехідних ймовірностей: експериментальний [4], експертний [14] та когнітивний [13].

#### Створення моделі оцінки рівня досконалості освітньої системи

Прийmemo гіпотезу, що ступінь досконалості будь-якої виробничої системи може бути відображено за допомогою узагальненого показника якості системи, який відповідає рівню існуючого в об’єкті ризику. Під ступенем досконалості будемо розуміти рівень визначеності подій або умов, настання яких негативно або позитивно позначається на цілях діяльності [1; 5]. Причиною виникнення невизначеностей в проектній системі НЗ може бути множина факторів. Оцінка ступеня досконалості для таких систем, як правило, може бути виконана тільки за допомогою феноменологічних відображень у формі залежності «вхід – вихід». При цьому не встановлюються внутрішні механізми взаємодії елементів проектною системою. Одним з таких підходів є ланцюг Маркова.

Представимо модель оцінки рівня досконалості організаційно-технічної системи у формі п’яти дискретних станів, які відповідають можливим ймовірнісним оцінкам рівня досконалості системи [5]:  $D_1$  – незадовільно;  $D_2$  – нижче норми;  $D_3$  – норма;  $D_4$  – нормативи перевищені;  $D_5$  – набагато вище норми (табл. 1).

Граф станів проектною системою є сукупністю вершин – станів і множини гілок – переходів між станами (рис. 1).

Таблиця 1 – Ступені досконалості показників функціонування навчальних закладів

Ступінь досконалості	Характеристика стану у моделі 5Н	Бал	Стан
Нема формального підходу (незадовільно)	Немає системного підходу, немає результатів, низькі або не прогнозовані результати	1	D <sub>1</sub>
Реагуювальний підхід (нижче норми)	Реактивне управління для усунення проблем чи коригування, є мінімальні дані про результати стосовно поліпшування	2	D <sub>2</sub>
Стабільний формальний системний процес (норма)	Системний підхід, в основу якого покладено процеси, початкова стадія систематичних поліпшень, наявні дані про відповідність цілям та існування тенденцій до поліпшення	3	D <sub>3</sub>
Постійне поліпшення (нормативи перевищені)	Застосовують процес поліпшування, добрі результати і сталі тенденції до поліпшення	4	D <sub>4</sub>
Найкращі показники (набагато вище норми)	Активно інтегрований процес поліпшування, найкращі результати за зіставною оцінкою з відомими еталонами	5	D <sub>5</sub>

Для оцінки рівня досконалості системи за всіма показниками і складовими процесів з урахуванням вимірювань застосовується шкала, що вербально описує п'ять впорядкованих рівнів досконалості або стадій поліпшення показників якості діяльності НЗ і їх складових. Цим п'ятьом рівням досконалості поставлена у відповідність п'ятибальна числова шкала (табл. 1).

Покращення в системі, що феноменологічно проявляється в переходах показників з одного рівня досконалості до наступного, вищого, здійснюється за допомогою різних методів і прийомів застосування принципів проектного управління і пошуку заходів для постійного поліпшення процесів і технологій навчання. Перехід з одного рівня досконалості на другий значною мірою визначається якістю діяльності НЗ і залежить від того, якою мірою замовник задоволений всіма характеристиками НЗ взагалі, і кожним показником окремо.

Оцінювання діяльності НЗ розвивається як випадковий процес, хід і результат, якого залежать від ряду випадкових чинників, що впливають на його показники і загальні результати діяльності.

У першому наближенні рівні досконалості  $d_i$  можна виразити як відношення  $q_i$  – фактичного рівня задоволення потреб споживачів, до  $q_N$  – нормативного показника, визначеного освітньо-кваліфікаційною характеристикою фахівця:

$$d_i = \frac{q_i}{q_m}$$

де  $i$  – індекс показника діяльності НЗ,  $i = 1, 2, \dots, m$ .

Модель 5Н дозволяє виконати якісну оцінку ефективності діяльності НЗ у різних напрямках і розробляти раціональну стратегію поліпшення певного показника до більш високого рівня досконалості. Ймовірнісна сутність моделі 5Н може бути відображена за допомогою ланцюгів Маркова, яким властиве те, що для кожного моменту часу  $t_0$  ймовірність будь-якого стану показника у

майбутньому при  $t > t_0$  залежить тільки від стану при  $t = t_0$  і не залежить від того, коли і яким чином система прийшла в цей стан. Вказаною властивістю володіють стани моделі, наведені на рис. 1.

Для побудови марковської моделі переходів оцінок ступеня досконалості показників функціонування НЗ, як станів системи, зазначимо основні переходи між цими станами (рис. 1). Через  $D_i$  позначені можливі ступені досконалості показників системи, що може бути наслідком проведення певних заходів з поліпшення системи (рис. 1).

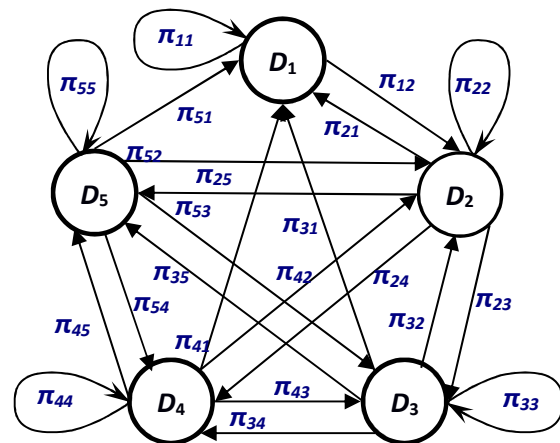


Рисунок 1 – Розмічений граф марковського ланцюга, що відображає рівні досконалості організаційно-технічної системи з переходами оцінок ступеня рівнів досконалості між станами системи

Опишемо однорідний ланцюг Маркова з дискретними станами і дискретним часом, що змінюється по кроках і обчислюється за допомогою методу ймовірності станів [19 – 21]. Під кроком розумітимемо деякий комплекс реалізованих заходів-дій на об'єкт, який змінює показник  $D$  [22].

Нехай у будь-який момент часу  $t$  (після будь-якого  $k$ -го кроку) показник  $D$  може бути в одному із станів:  $D = \{D_1, D_2, \dots, D_n\}$ , тобто здійсниться одне з

повної групи несумісних подій:  $D_1^{(k)}, D_2^{(k)}, \dots, D_n^{(k)}$ . У такому випадку рівень досконалості  $D$  організації навчального процесу у НЗ може змінюватись на кожному кроці  $k$

$$D = \{ p_1(k), p_2(k), p_3(k), p_4(k), p_5(k) \}.$$

Позначимо ймовірність знаходження об'єкта у станах  $j: j=1, \dots, n$  у моменти завершення кроків  $k: k=1;$

$$p_1(1) = P(D_1^{(1)}); p_2(1) = P(D_2^{(1)}); \dots p_n(1) = P(D_n^{(1)}).$$

$k=2;$

$$p_1(2) = P(D_1^{(2)}); p_2(2) = P(D_2^{(2)}); \dots p_n(2) = P(D_n^{(2)});$$

.....

$k=l;$

$$p_1(l) = P(D_1^{(l)}); p_2(l) = P(D_2^{(l)}); \dots p_n(l) = P(D_n^{(l)}).$$

Ймовірності  $p_1(k), p_2(k), \dots p_n(k)$  є ймовірністю стану однорідного ланцюга Маркова, в якому перехідні ймовірності не залежать від номеру кроку. З огляду на властивість ймовірності несумісних дій, що утворюють повну групу, сума ймовірностей всіх станів  $p_i(k)$  на кожному кроці  $k$  дорівнює одиниці [18]:

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

де  $p_i(k)$  – ймовірності станів  $i: i \in (1, 2, \dots, m=5)$ .

Під кроком  $k$  розуміється деякий управляючий вплив, який переводить систему в новий стан [18].

Сума перехідних ймовірностей  $\pi_{ij}$  з деякого стану  $i \in (1, 2, \dots, m)$  в інші стани  $j \in (1, 2, \dots, m)$  також дорівнює одиниці [14]:

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

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

У разі визначення всіх елементів  $\|\pi_{ij}\|$  у матриці перехідних ймовірностей і прийняття значень початкових ймовірності станів  $\{p_1(k), p_2(k), \dots p_4(k)\}$   $p_1(k) + p_2(k) + \dots + p_n(k) = 1$ .

Матриця перехідних ймовірностей для ланцюга Маркова, представлено на рис. 1, має такий вигляд [16]:

$$\|\pi_{i,j}\|^T = \begin{pmatrix} \pi_{1,1} & \pi_{1,2} & 0 & 0 & 0 \\ \pi_{2,1} & \pi_{2,2} & \pi_{2,3} & \pi_{2,4} & \pi_{2,5} \\ \pi_{3,1} & \pi_{3,2} & \pi_{3,3} & \pi_{3,4} & \pi_{3,5} \\ \pi_{4,1} & \pi_{4,2} & \pi_{4,3} & \pi_{4,4} & \pi_{4,5} \\ \pi_{5,1} & \pi_{5,2} & \pi_{5,3} & \pi_{5,4} & \pi_{5,5} \end{pmatrix}. \quad (3)$$

Зміна перехідних ймовірностей  $\pi_{ij} \{i \in 1, 2, \dots, 5; j \in 1, 2, \dots, 5\}$  дозволяє досліджувати поведінку системи. Сукупність елементів  $s_{ij}$ , відображає певний рівень технологічної зрілості НЗ щодо комунікацій за зв'язками в системі. Наприклад, якщо для стану S1, значення  $\pi_{1,1} > 0,75$ , то це відповідатиме найвищим витратам часу на цю комунікацію. Тобто майже весь час в стані S1 буде витрачено на внутрішні комунікації. Аналогічним чином можна визначити

значення інших ймовірностей переходів з урахуванням заданої частки часу, як використовуюваного ресурсу часу для різних комбінацій унікальних характеристик системи [11]. Такий підхід є виправданим не тільки для реальних систем, а й у разі використання когнітивних властивостей моделі для віртуальних проектів. Рекомендації щодо визначення перехідних ймовірностей наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Визначення перехідних ймовірностей

Характер зв'язку $i \rightarrow j$ та витрати ресурсу часу	Значення перехідних ймовірностей $\pi_{ij}$
Найбільші витрати часу	0.8 – 1.0
Помірна кількість часу	0.8 – 0.64
Середня кількість часу	0.64 – 0.2
Низька кількість часу	0 – 0.2
Витрат часу немає	0

У марковському ланцюзі зі зміною часу (кроку  $k$ ) розподіл ймовірностей станів  $\{p_1(k), p_2(k), \dots p_m(k)\}$  змінюється. При цьому обчислення розподілу ймовірностей на кожному наступному  $(k+1)$  кроці виконується за відомою формулою повної ймовірності [7]:

$$\begin{pmatrix} p_1(k+1) \\ p_2(k+1) \\ p_3(k+1) \\ p_4(k+1) \\ p_5(k+1) \end{pmatrix}^T = \begin{pmatrix} p_1(k) \\ p_2(k) \\ p_3(k) \\ p_4(k) \\ p_5(k) \end{pmatrix}^T \cdot \begin{pmatrix} \pi_{1,1} & \pi_{1,2} & 0 & 0 & 0 \\ \pi_{2,1} & \pi_{2,2} & \pi_{2,3} & \pi_{2,4} & \pi_{2,5} \\ \pi_{3,1} & \pi_{3,2} & \pi_{3,3} & \pi_{3,4} & \pi_{3,5} \\ \pi_{4,1} & \pi_{4,2} & \pi_{4,3} & \pi_{4,4} & \pi_{4,5} \\ \pi_{5,1} & \pi_{5,2} & \pi_{5,3} & \pi_{5,4} & \pi_{5,5} \end{pmatrix}. \quad (4)$$

де  $T$  – знак транспонування стовпців;  $\pi_{ij}$  – перехідні ймовірності.

Отже, якщо задана матриця перехідних ймовірностей  $\|\pi_{ij}\|$  і відомий початковий розподіл ймовірностей станів  $\{p_1(k), p_2(k), \dots p_m(k)\}$  на кроці  $k$ , то новий розподіл ймовірностей станів  $\|p_i(k+1); i=1, 2, \dots, m\|$  можна знайти з (4).

Залежність (4) з визначеною матрицею переходів (3) дозволяє побудувати прогноз станів системи на декілька кроків вперед. Ланцюг Маркова (рис. 1) дозволяє моделювати стан рівня досконалості системи залежно від тих або інших дій на різні показники. Для цього достатньо задати збурення (дію) відповідної ймовірності у матриці переходів  $\|\pi_{ij}\|$ , щоб оцінити наслідки різних управлінських дій на оцінку якості діяльності НЗ. Під дією управлінських, інвестиційних заходів, маркетингових досліджень значення показника може або покращитися, або стати гіршим, або залишитися таким же. Припустимо, що за певним показником спостерігається погіршення діяльності НЗ. За допомогою марковської моделі можна визначити проблемні ймовірності переходу  $\pi_{ij}$ , які характеризують недостатній ступінь дії на показник.

З урахуванням побудованої залежності зміни ймовірностей переходів визначаються з табл. 1.

Отримані ймовірності всіх результатів проведеного комплексу дій дозволяють прогнозувати ефективність діяльності НЗ.

На рис. 2 наведено приклад результатів моделювання станів системи для матриці перехідних ймовірностей (5):

$$\|\pi_{i,j}\| = \begin{pmatrix} 0,25 & 0,75 & 0 & 0 & 0 \\ 0,10 & 0,40 & 0,30 & 0,10 & 0,10 \\ 0,10 & 0,20 & 0,40 & 0,20 & 0,10 \\ 0,10 & 0,15 & 0,20 & 0,45 & 0,10 \\ 0,10 & 0,20 & 0,25 & 0,30 & 0,15 \end{pmatrix} \quad (5)$$

Рівень технологічної зрілості НЗ системи в координатах оцінок досконалості системи можна дослідити протягом декількох кроків, що показано для 15 кроків траєкторії розвитку системи на рис. 2.

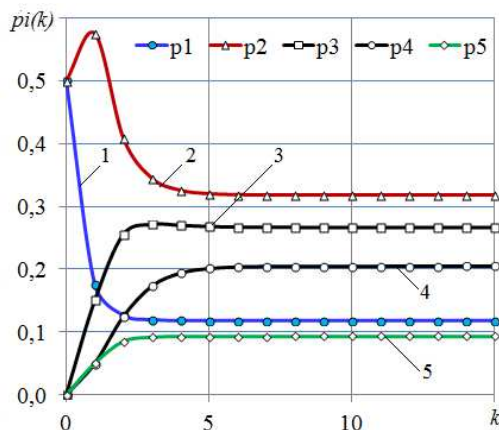


Рисунок 2 – Розвиток НЗ в координатах оцінок ймовірності рівня досконалості  $p_i(k)$  і кроках  $k$ : 1 – незадовільно; 2 – нижче норми; 3 – норма; 4 – нормативи перевищені; 5 – набагато вище норми

Результати моделювання показують, що ймовірність перебування показника в незадовільному стані при деякій дії достатньо швидко зменшується, досягаючи мінімального значення (крива – 1, рис. 2).

Ймовірність стану, при якому показник знаходиться в стані “нижче норми” (крива – 2), спочатку збільшується до максимуму, а потім зменшується за рахунок недостатнього впливу на цей показник ефективних дій.

Ймовірність стану, при якому показник знаходиться в стані “норма” (крива – 3) плавно змінюється: до 4-го кроку вплив дій збільшується, а потім значення ймовірності стану 3 приймає деяке постійне значення. Тому після 4 кроку можна припинити вплив на цей показник.

Крива 4 – ймовірність стану показника “нормативи перевищені” має тенденцію на покращення ймовірності стану з кожним кроком

управляючих дій. І через деякий час приймає постійне значення.

Крива 5 відображає ймовірність стану показника “набагато вище норми” від кроків ефективних дій і показує, що ймовірність переходу показника в цей стан після ряду заходів-дій суттєво не збільшується, приймаючи невелике постійне значення. Залежність 5 на рис. 2 відображає незначне підвищення ймовірності переходу.

Отримані результати підтверджують якісні оцінки з використанням моделі 5Н. Залежності рис. 2 відображають розподіл ймовірностей станів, що характерні для загальної оцінки «нижче норми», оскільки на 15 кроці існує співвідношення:  $p_2(15) > p_3(15) > p_4(15) > p_5(15)$ . Для такого розподілу ймовірностей станів найбільш ймовірним є стан 2.

У разі формування нової матриці ймовірностей, з іншими елементами матриці  $\|\pi_{ij}\|$ , отримуємо дані, що показані на рис. 3.

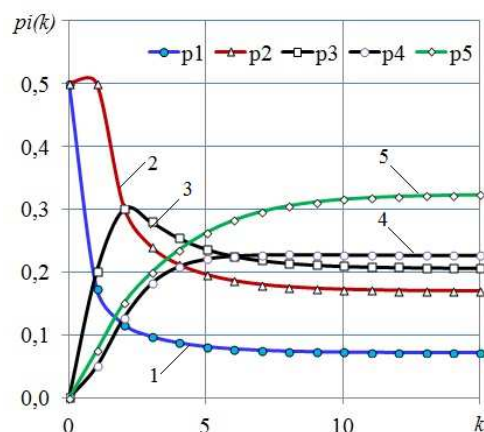


Рисунок 3 – Розвиток НЗ в координатах оцінок ймовірності рівня досконалості  $p_i(k)$  і кроках  $k$  для зміненої матриці перехідних ймовірностей: 1 – незадовільно; 2 – нижче норми; 3 – норма; 4 – нормативи перевищені; 5 – набагато вище норми

Нова матриця перехідних ймовірностей (6):

$$\|\pi_{i,j}\| = \begin{pmatrix} 0,25 & 0,75 & 0 & 0 & 0 \\ 0,10 & 0,25 & 0,40 & 0,10 & 0,15 \\ 0,10 & 0,20 & 0,45 & 0,20 & 0,05 \\ 0,03 & 0,07 & 0,10 & 0,60 & 0,20 \\ 0,03 & 0,05 & 0,07 & 0,10 & 0,75 \end{pmatrix} \quad (6)$$

Матриця (6) характеризує ситуацію, коли перехідна ймовірність  $\pi_{5,1}$  і  $\pi_{5,2}$  близькі до нуля. Тобто показник діяльності НЗ не переходить у незадовільний стан. Коли значення показника не опускається до незадовільного стану, то існує ймовірність перевести його в позитивний стан, і з кожним кроком управляючих дій ця ймовірність збільшується: крива 5 – «набагато вище норми» (рис. 3).

Отримані результати дозволяють запропонувати метод удосконалення діяльності на основі прогнозування стану показників якості

діяльності НЗ із застосуванням моделі 5Н. Якщо при проведенні самоаналізу або при порівнянні професійної діяльності випускника з вимогами замовника і нормативними показниками спостерігається невідповідність, то особи, які приймають рішення, розробляють і пропонують комплекс управлінських дій для покращення діяльності НЗ, що в свою чергу змінює рівень досконалості проектних систем. Для визначення раціонального комплексу дій можна прогнозувати вплив цих дій на показники досконалості за допомогою марковської моделі 5Н.

### Висновки

Розроблений метод оцінки результативності ряду випадкових факторів, які супроводжують показники, може використовуватися в системах оцінки діяльності НЗ. Розроблено математичний

опис моделі 5Н та рівнів досконалості показників у вигляді ланцюга Маркова, що відображає такі ступені досконалості системи:  $D_1$  – незадовільно;  $D_2$  – нижче норми;  $D_3$  – норма;  $D_4$  – нормативи перевищені;  $D_5$  – набагато вище норми. Отримав подальшого розвитку метод ідентифікації марковської моделі шляхом урахування витрат часу на комунікаційні зв'язки певних станів, що дозволяє “настроювати” ланцюг Маркова на відображення властивостей конкретного навчального закладу. Показана працездатність методу управління проектами у сфері освіти з використанням марковської моделі оцінки діяльності проектних систем на стадії розробки та впровадження проектів.

Запропонований підхід дозволяє моделювати параметри якісних дій, направлених на покращення рівня досконалості кожного показника.

### Список літератури

1. *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide)*. – Fifth edition. – USA : Project Management Institute, 2013. – 619 p..
2. [Bushuyev, S. Proactive Program Management for Development National Finance System in Turbulence Environment \[Text\] / S. Bushuyev, R. Jaroshenko // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2013. – № 74. – PP. 61 – 70. Available at doi:10.1016/j.sbspro.2013.03.044](#)
3. Тернер, Дж. Р. *Руководство по проектно-ориентированному управлению [Текст]*. – М. : Изд. Дом Гребенникова, 2007. – 552 с.
4. *Developing a system for the initiation of projects using a Markov chain [Text] / V. Gogunskii, A. Bochkovskii, A. Moskaliuk, O. Kolesnikov, S. Babiuk // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – № 1/3 (85). – С. 25 – 32. – Available at doi: <http://dx.doi.org/10.15587/2312-8372.2017.90971>*
5. ДСТУ-П ІВА 2:2007. Системи управління якістю. Настанови щодо застосування ISO 9001:2000 у сфері освіти (Чинний від 2008-01-01). – Київ : Держспоживстандарт України, 2008. – 70 с.
6. *Convergence of knowledge in project management [Text] / S. D. Bushuyev, D. A. Bushuyev, V. B. Rogozina, O. V. Mikhieieva // Proceedings of the 2015 IEEE 8th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2015. – PP. 496 – 500. Available at doi: [10.1109/IDAACS.2015.7341355](https://doi.org/10.1109/IDAACS.2015.7341355)*
7. *Аналіз динамічних моделей процесу управління проектами [Текст] / О. Л. Становський, К. В. Колеснікова, О. Ю. Лебедева, Х. Ісмаїл // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – № 6 (3/78). – С. 46 – 52. Available at doi: [10.15587/1729-4061.2015.55665](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.55665)*
8. *Amparore, E. G. Backward Solution of Markov Chains and Markov Regenerative Processes: Formalization and Applications [Text] / Elvio G. Amparore, Susanna Donatelli // Electronic Notes in Theoretical Computer Science. – 2013. – № 296. – P. 7-26. Available at doi: [10.1016/j.entcs.2013.07.002](https://doi.org/10.1016/j.entcs.2013.07.002)*
9. *Колесникова, Е. В. Развитие теории проектного управления: закон Ю.Л. Воробьева о влиянии риска на успешность портфеля проектов [Текст] // Управление развитием сложных систем. – 2014. – № 18. – С. 62–67. Available: <http://journals.uran.ua/urss/article/view/38648>*
10. *Колесникова, Е. В. Моделирование слабо структурированных систем проектного управления [Текст] / Е. В. Колесникова // Тр. Одес. политехн. ун-та. – 2013. – № 3 (42). – С. 127 – 131. – doi.org/10.15276/опр.3.42.2013.25*
11. *Олех, Т. М. Матричная диаграмма и «сильная связность» индикаторов ценности в проектах [Text] / Т. М. Олех, Е. В. Колесникова, // Электротехнические и компьютерные системы. – 2012. – № 7 (83). – С. 148–153.*
12. *ISO 21500:2012. Guidance on project management. – ISO PC 236, № 113. – 51 p*
13. *"Lifelong learning" is a new paradigm of personnel training in enterprises [Text] / V. Gogunskii, A. Kolesnikov, K. Kolesnikova, D. Lukianov // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – № 4/2 (82). – P. 4 – 10. doi: [10.15587/1729-4061.2016.74905](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.74905)*
14. *Development of the Markov model state changes in patients projects providing medical services [Text] / S. V. Rudenko, M. V. Romanenko, O. G. Katunina, K. V. Kolesnikova // Management of development of complex systems. – 2012. – № 12. – P. 86 – 89. Available: <http://journals.uran.ua/urss/article/view/41121/37470>*
15. *Sherstyuk, O. The research on role differentiation as a method of forming the project team [Text] / O. Sherstyuk, T. Olekh, K. Kolesnikova // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – № 2/3 (80). – С. 63 – 68. Available at doi: [10.15587/1729-4061.2016.65681](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.65681)*

16. Kolesnikova, K.V. *The development of the theory of project management: project initiation study law [Text] // Management of development of complex systems.* – 2013. – № 17. – С. 24 – 30. Available: <http://journals.uran.ua/urss/article/view/38688/35053>
17. Яковенко, В.Д. Узагальнений показник ефективності в управлінні якістю діяльності навчального закладу [Текст] / В.Д. Яковенко, А.Ф. Ускач, О.Є. Яковенко // *Вища освіта України.* – Додаток 3 (т. 6) – 2007. – С. 311.
18. Otradskaaya, T. *Development process models for evaluation of performance of the educational establishments [Text] / T. Otradskaaya, V. Gogunskii // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* – 2016. – № 3/3 (81). – С. 12 – 22. Available at doi: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2016.66562>
19. Колеснікова, К. В. Аналіз структурної моделі компетенцій з управління проектами національного стандарту України / К.В. Колеснікова, Д. В. Лук'янов // *Управління розвитком складних систем.* – 2014. – № 13. – С. 19 – 27.
20. Chernega, Yu. S. *Development of activity model of labor safety engineer using Markov chains [Text] / Yu. S. Chernega, V. D. Gogunsky // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* – 2014. – № 5/3 (71). – P. 39 – 43. doi: 10.15587/1729-4061.2014.28016
21. *Development of the model of interaction among the project, team of project and project environment in project system / O. Kolesnikov, V. Gogunskii, K. Kolesnikova, D. Lukianov, T. Olekh // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* – 2016. – № 5/9(83). – С. 20 – 26. doi: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2016.80769>
22. Оборский, Г.А. *Инструменты реализации ценностного подхода в проектах дистанционного обучения / Г.А. Оборский, А.Е. Колесников, А.Н. Миколук // Электротехнические и компьютерные системы.* – 2015. – № 19. – С. 330 – 333.

Стаття надійшла до редколегії 30.01.2017

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.Д. Гогунський, Одеський національний політехнічний університет, Одеса.

#### Колесников Алексей Евгеньевич

Кандидат технических наук, доцент кафедры управления системами безопасности жизнедеятельности, [orcid.org/0000-0003-2366-1920](http://orcid.org/0000-0003-2366-1920)  
Одесский национальный политехнический университет, Одесса

#### УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАРКОВСКОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Аннотация.** В контексте проактивного управления проектами выполнен анализ особенностей и обобщение оценки степени совершенства образовательных систем. Показано, что эта степень может быть отражена через обобщенный показатель уровня существующего в объекте степени совершенства образовательной системы. Феноменологическим отражением степени совершенства для организационно-технических систем в сфере образования являются цепи Маркова. Исследованы практические аспекты оценки эффективности планирования и управления проектами в условиях действующего или виртуального заведения.

**Ключевые слова:** сфера образования; проекты; управление; степень совершенства; цепи Маркова; оценка; переходные вероятности

#### Kolesnikov Olexiy,

PhD, docent, [orcid.org/0000-0003-2366-1920](http://orcid.org/0000-0003-2366-1920)  
Odessa National Polytechnic University, Odessa

#### PROJECT MANAGEMENT IN THE SPHERE OF EDUCATION WITH THE USE OF ESTIMATES MARKOV MODEL

**Abstract.** In the context of proactive project management features of the analysis and synthesis evaluation of educational systems. Adopted hypothesis is proved that the quality of educational systems can be displayed through a generalized indicator of an existing facility in the degree of excellence of the educational system. Phenomenological reflection of the degree of perfection for administrative and technical systems in education is a Markov chain. A mathematical description of the model 5H and levels of performance excellence as a Markov chain, reflecting such degree of perfection of the system: D1 – unsatisfactory; D2 – below normal; D3 – rate; D4 – exceeded standards; D5 – well above the norm. Got the further development of the method of identification Markov model by taking into account the time spent on communication links certain conditions. This allows you to "customize" Markov chain to display the properties of a particular institution. Shown performance method of project management in the sphere of education using a Markov model of evaluation of the project under development and implementation. Investigated the practical aspects of evaluating the effectiveness of planning and project management in terms of current or virtual institution. This approach allows model parameters of quality of actions aimed at improving the quality excellence of each indicator.

**Keywords:** education sector; projects management; degree of perfection; Markov chains; assessment; transition probabilities

## References

1. A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide). Fifth edition. (2013). USA: Project Management Institute, 619.
2. Bushuyev, S. & Jaroshenko, R. (2013). Proactive Program Management for Development National Finance System in Turbulence Environment. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 74, 61–70. doi: 10.1016/j.sbspro.2013.03.044
3. Turner, J.P. (2007). *Manual on project-oriented management*. M., Publishing Grebennikov House, 552.
4. Gogunskii, V., Bochkovskii, A., Moskaliuk, A., Kolesnikov, O. & Babiuk, S. (2017). Developing a system for the initiation of projects using a Markov chain. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1/3 (85), 25–32. – Available at doi: <http://dx.doi.org/10.15587/2312-8372.2017.90971>
5. DSTU-P IWA 2:2007. *Quality management systems. Guidelines on the application of ISO 9001: 2000 in education (Effective as of 2008-01-01)*, Kyiv, State Committee of Ukraine, 70.
6. Bushuyev, S.D., Bushuyev, D.A., Rogozina, V.B. & Mikhieieva, O.V. (2015). Convergence of knowledge in project management. *Proceedings of the 2015 IEEE 8th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems, IDAACS*, 496–500. doi: 10.1109/IDAACS.2015.7341355
7. Stanovskii, A. L., Kolesnikova, K. V., Lebedev, O. Y. & Ismail, H. (2015). Analysis of dynamic models of the process of project management. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6/3 (78), 46–52.
8. Amparore, E. G. & Donatelli, S. (2013). Backward Solution of Markov Chains and Markov Regenerative Processes: Formalization and Application. *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*, 296, 7-26. Available at doi: [10.1016/j.entcs.2013.07.002](http://dx.doi.org/10.1016/j.entcs.2013.07.002)
9. Kolesnikova, E. V. (2014). Development of the theory of project management: the law of Yu.L. Vorobyov on the impact of risk on the success of the portfolio of projects. *Management of development of complex systems*, 18, 62–67. Available: <http://journals.uran.ua/urss/article/view/38648>
10. Kolesnikova, E. V. (2013). Modeling poorly structured project management systems. *Odes. Polytechnic. University. Pratsi*, 3(42), 127 – 131. doi: [doi.org/10.15276/opu.3.42.2013.25](http://dx.doi.org/10.15276/opu.3.42.2013.25)
11. Olekh, T.M. & Kolesnikova, E. B. (2012). Matrix diagram and "strong connectivity" of value indicators in projects. *Electrotechnical and computer systems*, 7 (83), 148–153.
12. ISO 21500:2012. *Guidance on project management*. ISO PC 236, № 113, 51
13. Gogunskii, V., Kolesnikov, O., Kolesnikova, K. & Lukianov, D. (2016). "Lifelong learning" is a new paradigm of personnel training in enterprises. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4/2 (82), 4–10. doi: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2016.74905>
14. Rudenko, S. V. Romanenko, M. V. Katunina, O. G. & Kolesnikova, K. V. (2012). Development of the Markov model state changes in patients projects providing medical services. *Management of development of complex systems*, 12, 86–89. Available: <http://journals.uran.ua/urss/article/view/41121/37470>
15. Sherstyuk, O., Olekh, T. & Kolesnikova, K. (2016). The research on role differentiation as a method of forming the project team. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2/3 (80), 63–68. doi: 10.15587/1729-4061.2016.65681
16. Kolesnikova, K.V. (2013). The development of the theory of project management: project initiation study law. (2013). *Management of development of complex systems*, 17, 24–30. Available: <http://journals.uran.ua/urss/article/view/38688/35053>
17. Yakovenko, V. D., Uskach, A.F. & Yakovenko, O. E. (2007). Consolidated performance indicator in managing the quality of the institution. *Higher education Ukraine, Part 3* (6), 311.
18. Otradskaia, T., & Gogunskii, V. (2016). Development process models for evaluation of performance of the educational establishments. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3/3 (81), 12–22. Available at doi: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2016.66562>
19. Kolesnikova, K. V. & Lukyanov, D. V. (2014). Analysis of the structural model of competencies in project management of a national standard Ukraine. *Management of development of complex systems*, 13, 19–27.
20. Chernega, Yu. S. & Gogunskii, V. D. (2014). Development of activity model of labor safety engineer using Markov chains. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5/3 (71), 39–43. doi: 10.15587/1729-4061.2014.28016
21. Kolesnikov, O., Gogunskii, V., Kolesnikova, K., Lukianov, D. & Olekh, T. (2016). Development of the model of interaction among the project, team of project and project environment in project system. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5/9 (83), 20–26. doi: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2016.80769>
22. Oborsky, G.A., Kolesnikov, A.E. & Mikolyuk, A.N. (2015). Tools for implementing the value approach in distance learning projects. *Electrical and Computer Systems*, 19, 330–333.

## Посилання на публікацію

- |      |   |
|------|---|
| APA  | <i>Kolesnikov, O.E. (2017). Project management in the sphere of education with the use of estimates markov model. Management of development of complex systems</i> , 29, 160 – 167. [ua]  |
| ГОСТ | <i>Колесніков, О.Є. Управління проектами у сфері освіти з використанням марковської моделі оцінки діяльності // Управління розвитком складних систем.– 2017. – № 29. – С. 160 – 167..</i> |