

УДК 005.8

Колеснікова К. В., к.т.н., доц.,
кафедра Інформаційних технологій проектування
в машинобудуванні

МОДЕЛЮВАННЯ В ПРОЕКТАХ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЛАНЦЮГІВ МАРКОВА

К. В. Колеснікова. Моделювання в проектах із застосуванням ланцюгів Маркова. Розглянуті особливості розробки марківських моделей слабо структурованих систем проектного управління, що відображають феноменологічні властивості систем.

Ключові слова: проекти, управління, стани, переходи, модель, ланцюг Маркова.

Е. В. Колеснікова. Моделирование в проектах с применением цепей Маркова. Рассмотрены особенности разработки марковских моделей слабо структурированных систем проектного управления, отражающих феноменологические свойства систем.

Ключевые слова: проекты, управление, состояния, переходы, модель, цепь Маркова.

K.V. Kolesnikova. Modeling projects using Markov chains. The features of the development of Markov models poorly structured project management systems, reflecting the phenomenological properties of the systems.

Keywords: project management, states, transitions, model, Markov chain.

Вступ. Наукова спеціальність “Управління проектами та програмами” орієнтована на дослідження явищ і сутності, зв’язків та закономірностей в галузі управління проектами / програмами / портфелями упродовж життєвих циклів, як керованих соціальних або організаційно-технічних систем з ознаками унікальності, за умов обмеженості ресурсів і часу та визначеним рівнем якості [1]. Досягнення корисних результатів та їхньої цінності здійснюється завдяки створенню продуктів, що нерозривно пов’язане з практикою реалізації проектів, в результаті якої формуються раціональні моделі, методи, способи і механізми проектного управління [2 – 9].

Формулювання мети досліджень. Підходи щодо розв’язання існуючих проблеми в галузі управління проектами / програмами / портфелями лише завдяки прикладам найкращої практики не завжди є креативними, оскільки при цьому для вдосконалення соціальних або організаційно-технічних систем пропонуються вже відомі рішення. Але копіювання, навіть прийнятих методів, часто формує “пастку компетенцій”, яка направлена на те, щоб не вносити зміни в ті системи, які виконують своє призначення [3]. Тобто нові рішення відкидаються на користь звичних методів, що веде до трансформації проектного пошуку у операційну діяльність [4]. Тому для розвитку управління організаціями і підприємствами необхідні узагальнення накопичених знань і розробка теоретичних основ проектного управління [5 – 10]. Особлива увага повинна приділятися застосуванню методів математичного моделювання

Позначимо через S_i $\{i=1, 2, \dots, 7\}$ можливі стани системи, що існують у проекті: $S_1 = A$; $S_2 = B$; $S_3 = C$; $S_4 = D$; $S_5 = E$; $S_6 = F$; $S_7 = G$ (рис.1 і рис.2). Послідовність дискретних випадкових величин $\{S_k\}_k$ називається ланцюгом Маркова с дискретним часом, якщо

$$P(S_{k+1}=i_{k+1} | S_k=i_k; S_{k-1}=i_{k-1}; \dots, S_0=i_0) = P(S_{k+1}=i_{k+1} | S_k=i_k).$$

Наступні стани ланцюга Маркова залежать тільки від поточного стану і не залежить від усіх попередніх станів. Область значень випадкових величин $\{S_k\}$ є простором станів ланцюга, а номер k – номером кроку.

Вершини графа переходів відповідають станам ланцюга Маркова, а орієнтовані ребра проходять від вершини i $\{i=1, 2, \dots, m\}$ у вершину j $\{j=1, 2, \dots, m\}$ тільки в тому випадку, коли ймовірність переходу π_{ij} між відповідними станами $i \rightarrow j$ не дорівнює нулю. Ці ймовірності переходу на розміченому графі зазначаються у відповідного ребра (рис. 2). Топологія орієнтованого графа може бути представлена за допомогою матриці суміжності:

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

Кожен елемент матриці суміжності c_{ij} відмінний від нуля і рівний 1 означає наявність прямого зв'язку між станами $i \rightarrow j$. Значення елементів головної діагоналі $c_{ii}=1$ вказують на наявність петлі переходу, коли система залишається в тому же стан.

Як відомо, всі можливі переходи з деякого стану в інші стани складають повну групу подій – один з переходів повинен бути реалізований. Це дозволяє ввести норму для кожного рядка матриці $\|c_{ij}\|$ із заміною значень $c_{ij}=1$ на перехідні ймовірності $\pi_{ij} > 0$ з виконанням умови , справедливого для повної групи подій:

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

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

Матриця перехідних ймовірностей запишеться наступним чином:

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

Елементи цієї стохастичної матриці є ймовірностями переходів між станами $i \rightarrow j$ за один крок, при цьому $\forall \pi_{ij} \geq 0$.

Сума ймовірностей всіх станів $p_i(k)$ на кожному кроці k

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

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

У марківському 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 наступному $(k+1)$ кроці виконується за відомою формулою повної ймовірності

$$\begin{pmatrix} p_1(k+1) \\ p_2(k+1) \\ p_3(k+1) \\ p_4(k+1) \\ p_5(k+1) \\ p_6(k+1) \\ p_7(k+1) \end{pmatrix}^T = \begin{pmatrix} p_1(k) \\ p_2(k) \\ p_3(k) \\ p_4(k) \\ p_5(k) \\ p_6(k) \\ p_7(k) \end{pmatrix}^T \cdot \begin{pmatrix} \pi_{1,1} & 0 & 0 & \pi_{1,4} & 0 & \pi_{1,6} & 0 \\ 0 & \pi_{2,2} & \pi_{2,3} & 0 & 0 & \pi_{2,6} & 0 \\ \pi_{3,1} & \pi_{3,2} & \pi_{3,3} & \pi_{3,4} & \pi_{3,5} & \pi_{3,6} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \pi_{4,4} & \pi_{4,5} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \pi_{5,3} & 0 & \pi_{5,5} & \pi_{5,6} & \pi_{5,7} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \pi_{6,6} & \pi_{6,7} \\ \pi_{7,1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \pi_{7,7} \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Отже, якщо задана матриця перехідних ймовірностей $\|\pi_{ij}\|$ і відомий 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 (1). У більшості публікацій щодо застосування ланцюгів Маркова дослідники на цьому етапі зупиняються, оскільки отриманий алгоритм для практичного розрахунку. Разом з тим, представлене рішення може бути перетворено до дещо іншого виду. Для цього скористаємося методом індукції при аналізі виразів для обчислення розподілу ймовірностей станів на 1-му та 2-му кроках:

$$\|p_i(1); i = 1, 2, \dots, m\|^T = \|p_i(0); i = 1, 2, \dots, m\|^T \|\pi_{ij}\|; \quad (2)$$

$$\|p_i(2); i = 1, 2, \dots, m\|^T = \|p_i(1); i = 1, 2, \dots, m\|^T \|\pi_{ij}\|; \quad (3)$$

де $\|\pi_{ij}\|$ - матриця перехідних ймовірностей;

T – індекс транспонування стовпця $\|p_i(k+1); i = 1, 2, \dots, m\|$.

Розподіл ймовірностей станів $\{p_1(k), p_2(k), \dots, p_m(k)\}$ однорідного ланцюга Маркова с дискретним часом характеризує феноменологічне відображення системи - те, чим об'єкт проявляє себе.

Після підстановки (2) в (3) отримаємо:

$$\|p_i(2); i = 1, 2, \dots, m\|^T = \|p_i(0); i = 1, 2, \dots, m\|^T \cdot \|\pi_{ij}\| \cdot \|\pi_{ij}\| = \quad (4)$$

$$\|p_i(2); i = 1, 2, \dots, m\|^T = \|p_i(0); i = 1, 2, \dots, m\|^T \cdot \|\pi_{ij}\|^2 \quad (5)$$

Тому можна записати для будь-якого кроку k :

$$\|p_i(k); i = 1, 2, \dots, m\|^T = \|p_i(0); i = 1, 2, \dots, m\|^T \cdot \|\pi_{ij}\|^k \quad (6)$$

З (6) следує, що розподіл ймовірностей станів $\{p_1(k), p_2(k), \dots, p_m(k)\}$ на кроці k залежить тільки від початкового розподілу при $k = 0$ и матриці перехідних ймовірностей у k -му ступені $\|\pi_{ij}\|^k$. Тому ланцюг Маркова є заданим, коли визначені ці параметри системи.

У залежності від структури та значень перехідних ймовірностей $\|\pi_{ij}\|$ ланцюги Маркова можуть мати наступні властивості: неповерненість, поверненість, ергодичність, поглинання.

Неповернена множина характеризується можливістю будь-яких переходів усередині цієї множини. При цьому система може покинути цю множину, але не може повернутися.

Повернена множина характеризується тим, що система може увійти в цю множину, але не може покинути її.

Ергодична множина. У разі ергодичності можливі будь-які переходи усередині, але виключені переходи з множини назовні і в неї. Ергодичні ланцюги можуть бути регулярними або циклічними. Відмінність останніх полягає в тому, що в процесі переходів через певне число кроків (циклів) відбувається повернення в деякий початковий стан. Регулярні ланцюги цією властивістю не володіють.

Поглинаюча множина. Попадання системи в таку структуру приводить до завершення процесу.

Крім описаних вище типів множин розрізняють: суттєвий стан - можливі переходи з S_i в S_j і назад; несуттєвий стан - можливий перехід з S_i в S_j , але неможливий зворотний перехід.

У деяких випадках, незважаючи на випадковість процесу, є можливість до певної міри керувати законами розподілу або параметрами перехідних ймовірностей. Очевидно, що за допомогою керованих ланцюгів Маркова особливо ефективним стає процес прийняття рішень.

Приклад моделювання. Як відомо, модель є віртуальним або реальним об'єктом, яким можна замінити оригінал у дослідженні його властивостей. Виходячи з цього визначення за допомогою розробленої марківської моделі виконаємо дослідження впливу на результативність проектів рівня компетентності команди проекту [24 – 27]. Результати зміни ймовірностей станів системи по кроках для базового варіанта множини перехідних ймовірностей відображені на рис. 3: $\pi_{5,3} = 0,5$; $\pi_{5,5} = 0,33$; $\pi_{5,6} = 0,15$; $\pi_{5,7} = 0,02$

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

$\pi_{ij} =$	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

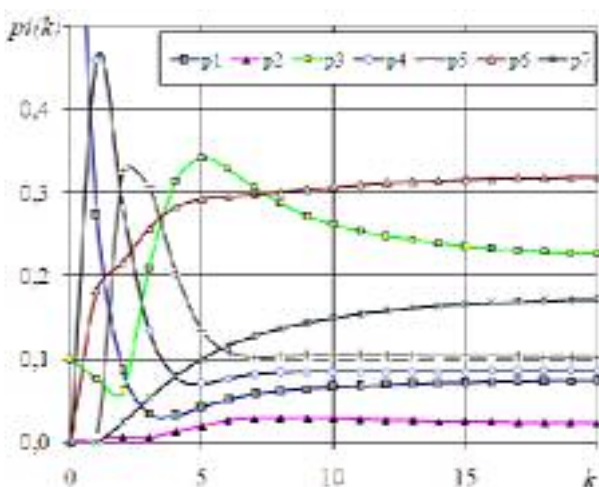


Рис. 3. Зміна ймовірностей станів системи для базової множини даних: $p_i(k)$ – ймовірності станів; k - кроки проекту

Базовий проект у квазістаціонарному стані на кроці $k = 20$ характеризується таким розподілом ймовірностей станів: $p1(20) = 0,07$; $p2(20) = 0,03$; $p3(20) = 0,23$; $p4(20) =$

0,08; $p5(20) = 0,10$; $p6(20) = 0,32$; $p7(20) = 0,17$. Це означає, що на 20 кроці для виконання робіт проекту відводиться 32 % ресурсу часу, керівник проекту витрачає 23 % цього ж ресурсу, а команді проекту лишається тільки 10 % від загального ресурсу. Отримані результати показують, що при виконанні цього проекту існує певне протиріччя між командою проекту і її керівником, який вочевидь сам прагне виконати всі роботи проекту і не довіряє своїй команді.

Для усунення цього явища слід змінити параметри роботи команди [21], що повинно вплинути на значення відповідних ймовірності переходів для керівника проекту і членів команди. Представлені на рис. 4 результати, які отримано для нових початкових умов показують, що у разі тільки зміни а умов взаємодії команди проекту хід і результативність проекту стануть відмінними від базового варіанту.

Матриця ймовірностей переходів зміненого варіанту проекту (рис. 4):

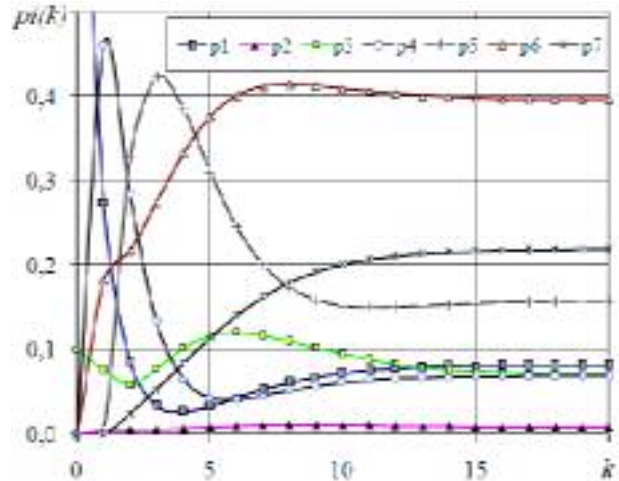
$$\pi_{ij} = \begin{bmatrix} 0,3 & 0 & 0 & 0,5 & 0 & 0,2 & 0 \\ 0 & 0,6 & 0,1 & 0 & 0 & 0,3 & 0 \\ 0,04 & 0,04 & 0,76 & 0,1 & 0,04 & 0,02 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,30 & 0,70 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{0,10} & 0 & 0,68 & \mathbf{0,20} & 0,02 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,87 & 0,13 \\ 0,25 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,75 \end{bmatrix}$$


Рис. 4. Зміна ймовірностей станів системи для зміненої множини даних: $p_i(k)$ – ймовірності станів; k - кроки проекту

За тих же умов у квазістаціонарному стані на кроці $k = 20$ нова система характеризується таким розподілом ймовірностей станів: $p1(20) = 0,08$; $p2(20) = 0,01$; $p3(20) = 0,07$; $p4(20) = 0,07$; $p5(20) = 0,16$; $p6(20) = 0,40$; $p7(20) = 0,22$. Це означає, що на 20 кроці для виконання робіт проекту відводиться вже 40 % ресурсу часу, керівник проекту використовує тільки 7 % цього ж ресурсу, а команда проекту збільшує свою частку до 16 %. Отримані результати показують, що характеристики роботи команди проекту суттєво впливають на хід проекту, що дозволило усунути виявлене у базовому проекті протиріччя між командою проекту і її керівником.

За допомогою розробленої марківської моделі можна оцінити також вплив і інших характеристик системи на хід проекту. Але основний висновок, який можна зробити за результатами виконаного дослідження, є у тому, що слабо структурована система, яка включає в себе сам проект, його оточення і команду визначає результат проекту. Це і є визначенням закону С.Д. Бушуєва [12]. Тобто зміна ймовірностей станів проекту у повній мірі відображає хід і результативність проекту.

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

Математичний опис уніфікованої моделі проектів марківськими ланцюгами, дозволяє моделювати параметри кількісних цілей проектів, а саме, зміни

ймовірностей станів системи у залежності від кількості кроків виконання проектів. Застосування марківської моделі дає змогу виявляти необхідну кількість проектних кроків задля досягнення конкретної мети проектів і встановити існуючі протиріччя і конфлікти в командах проектів.

Висновки. Виконано аналіз застосування ланцюгів Маркова для моделювання слабо структурованих систем проектного управління. Розроблено уніфікований алгоритм моделювання марківських ланцюгів, яким притаманні достатня простота математичного апарату і висока достовірність відображення феноменологічних властивостей стохастичних систем. Отримана модель дозволяє досліджувати управління проектами в слабо структурованих організаційно-технічних та соціальних системах.

Напрямами подальших досліджень мають стати розробка методів визначення матриці перехідних ймовірностей, що дозволить науково обґрунтовано визначити траєкторії розвитку проектів. Розроблена модель може застосовуватись також для моделювання програм та портфелів проектів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 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. 6 – 9.
2. Колеснікова, К.В. Розробка марківської моделі станів проектно керованої організації [Текст] / К. В. Колеснікова, В. О. Вайсман, С. О. Величко // Сучасні технології в машинобудуванні. – Вип. 7. - Харків : НТУ «ХП», 2012. – С. 217 – 222.
3. Боно, Э. Почему мы такие тупые? [Текст] / Пер. с англ. – СПб. : Питер, 2008. – 242 с.
4. Колесникова, Е. В. Фрактальная размерность как мера трансформации серийной проектной деятельности в операционную [Текст] / Е. В. Колесникова, И. И. Становская // Тр. Одес. политехн. ун-та. – Вып. 2(41). - 2013.- С. 282 – 288.
5. Рач, В. А. Побудова термінологічної системи організації наукового знання [Текст] / В. Рач, О. Россошанська, О. Медведєва // Науковий світ. - № 4. – 2011.– С. 13 – 16.
6. Белошицкий, А. А. Управление проблемами в методологии проектно-векторного управления образовательными средами [Текст] / А. А. Белошицкий // Управління розвитком складних систем. - № 9. - 2012. – С. 104 – 107.
7. Вайсман, В. Нова методологія створення інноваційного розвитку проектно-керованих організацій / В. Вайсман, В. Гогунський // Економіст. - № 8 (298). – 2011. – С. 11 – 13.
8. Оборская, А. Г. Модель эффектов коммуникаций для управления рекламными проектами [Текст] / А. Г. Оборская, В. Д. Гогунский. // Тр. Одес. политехн. ун-та. – Спецвыпуск. - Одесса : ОНПУ, 2005. - С. 31 – 34.
9. Власенко, О. В. Модель «ДИАМАНТ» оцінки внутрішніх комунікацій в Європейських проектах [Текст] / О. В. Власенко, Д. В. Лук'янов, В. Д. Гогунський // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - № 1/10 (61). – 2013.— С. 86 – 88
10. 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.
11. Тесленко, П. А. Эволюционная парадигма проектного управления [Текст] / П. А. Тесленко, В. Д. Гогунский // Управління проектами: стан та перспективи : Міжнар. наук.-практ. конф. – Миколаїв : НУК, 2010. – С. 114 – 117.
12. Вайсман, В.А. Теория проектно-ориентованого 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.

13. 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 : конф. – Миколаїв : НУК, 2009. – С. 111 – 112.
14. Колеснікова, К. В. Моделювання стратегічного управління міжнародною діяльністю університету [Текст] / К. В. Колеснікова, С. М. Гловацька, С. В. Руденко // Проблеми техніки. – 2013. - № 1. – С. 95 – 101.
15. Вайсман, В. О. Система стандартів підприємства для управління знаннями в проектно керованій організації [Текст] / В. О. Вайсман, С. О. Величко, В. Д. Гогунський // Тр. Одес. политехн. ун-та. – № 1(35). – Одеса : ОНПУ, 2011. – С. 256 – 261.
16. Яковенко, А. Е. Стратегия принятия решений в условиях адаптивного обучения [Текст] / А. Е. Яковенко, А. В. Нарожный, В. Д. Гогунский // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2005. – № 2/2 (14). – С. 105 – 110.
17. Олех, Т. М. Оценка эффективности экологических проектов [Текст] / Т. М. Олех, С. В. Руденко, В. Д. Гогунский // Вост.-Европ. журнал передовых технологий. - № 1/10 (61). – Харьков : Технолог. центр, 2013 – С. 79 – 82.
18. Власенко, О. В. Марковські моделі комунікаційних процесів в міжнародних проектах [Текст] / О. В. Власенко, В. В. Лебідь, В. Д. Гогунський // Управління розвитком складних систем. - № 12. – 2012. – С. 35 – 39.
19. Колесникова, Е. В. Управление знаниями в IT-проектах [Текст] / Е. В. Колесникова, А. А. Негри // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – № 1/10 (61). – С. 213 – 215.
20. Гогунский, В. Д. Обоснование закона о конкурентных свойствах проектов [Текст] / В. Д. Гогунский, С. В. Руденко, П. А. Тесленко // Управління розвитком складних систем. – № 8. – 2012. – С. 14 – 16.
21. ГОСТ Р 54869 — 2011 Проектный менеджмент. Требования к управлению проектом [Текст]. — М. : Стандартинформ, 2011. – 10 с.
22. Морозов, В. В. Формування, управління та розвиток команди проекту (поведінкові компетенції) [Текст] / В. В. Морозов, А. М. Чередніченко, Т.І. Шпільова; ун-т економіки та права «КРОК». – К. : Таксон, 2009. – 464 с.
23. 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.
24. Масленникова, К. С. Складники поведінкової компетенції учасників команди проекту на засадах компетентнісного підходу [Текст] / Е. С. Масленникова, К. В. Колеснікова // Управління розвитком складних систем. - №14. – 2013. – С. 48 – 51.
25. Колесникова, Е. В. Оценка компетентности персонала сталеплавильной печи в проекте компьютерного тренажера [Текст] / Е. В. Колесникова // Вост.-Европ. журнал передовых технологий. - № 5/1 (65). – 2013. - С. 45 – 48.
26. Шерстюк, О. И. Императив компетентности или равновесие ролей в команде проекта / О. И. Шерстюк, В. Д. Гогунский // IX Междунар. науч.-практ. конф. “Управление проектами: состояние и перспективы”. - Николаев : НУК, 2013. - С. 390 – 391.
27. Лукьянов, Д. В. Шу-Ха-Ри и Фома Аквинский: восточная и европейская парадигма компетентности [Текст] / Д.В. Лукьянов, В.Д. Гогунский // Комп'ютерні науки: освіта, наука, практика : міжнар. наук.-техн. конф. – Миколаїв : НУК, 212. - С. 138 – 141.
28. Белощицкий, А. А. Управление проблемами в методологии проектно-векторного управления образовательными середами [Текст] / А. А. Белощицкий // Управління розвитком складних систем. - № 9. - 2012. – С. 104 – 107.