

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова

КОЛЕСНІКОВА КАТЕРИНА ВІКТОРІВНА

УДК 005.8

**МЕТОДОЛОГІЯ СТРУКТУРНОГО ТА ПАРАМЕТРИЧНОГО
АНАЛІЗУ СИСТЕМ ПРОЕКТНОГО УПРАВЛІННЯ**

05.13.22 – управління проектами та програмами

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук

Миколаїв - 2015

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеському національному політехнічному університеті Міністерства освіти і науки України.

Науковий консультант:

доктор технічних наук, професор **Руденко Сергій Васильович**,
Одеський національний морський університет,
проректор, директор науково-дослідного інституту
фундаментальних та прикладних досліджень.

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор
Бушуєва Наталія Сергіївна,
Київський національний університет будівництва та архітектури,
професор кафедри «Управління проектами» (м. Київ);

доктор технічних наук, професор
Чернов Сергій Костянтинович,
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова,
завідувач кафедри «Управління проектами» (м. Миколаїв).

доктор фізико-математичних наук, професор
Новожилова Марина Володимирівна,
Харківський національний університет будівництва та архітектури,
завідувач кафедри «Економічна кібернетика та інформаційні
технології» (м. Харків).

Захист відбудеться « 18 » травня 2015 р. о 12⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 38.060.01 в Національному університеті кораблебудування ім. адмірала Макарова за адресою: пр. Героїв Сталінграду, 9, Миколаїв, 54025.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Національного університету кораблебудування ім. Адмірала Макарова за адресою: пр. Героїв Сталінграду, 9, м. Миколаїв, 54025.

Автореферат розісланий « 03 » квітня 2015 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



А.П. Шевцов

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Дослідження явищ і сутності, зв'язків і закономірностей у процесах управління проектами / програмами / портфелями у життєвих циклах проектів, як керованих соціальних чи організаційно-технічних систем (ОТС), з ознаками унікальності, обмеженнями за термінами і ресурсами, а також вимогами до якості продуктів або послуг, є змістовним аспектом практики та теоретичних пошуків в області проектного управління.

Складнощі управління проектами / програмами / портфелями в ОТС зумовлені низкою особливостей: наявністю множини факторів і їх взаємною залежністю, відсутністю достатньої інформації про динаміку процесів, турбулентністю оточення і мінливістю характеру процесів у часі, що не дозволяє виділити і детально дослідити окремі елементи системи, тому всі явища, що відбуваються в них повинні розглядатися в цілому. Через зазначені особливості проекти є слабоструктурованими системами. Множина чинників системи утворює складну систему зв'язків і станів, причин і наслідків, що змінюються в часі. Визначити логіку розвитку проектів в такій багатофакторній слабоструктурованій системі досить складно.

Відсутність в рамках проектного управління інформаційних технологій і методів постійного вдосконалення щодо управління середовищем, взаємодією, спільнотою, цінністю та довірою для формування компетентності персоналу виходячи з цілей командного менеджменту та командоутворення на основі моделей, що враховують взаємозв'язок станів системи, призводить до відчутних ресурсних витрат на розвиток ОТС. Нові підходи до управління організаціями часто не є ефективними через те, що процеси управління функціонуванням та розвитком проектно-керованих або проектно-орієнтованих ОТС теоретично не обґрунтовані за допомогою методів моделювання. Відомі математичні моделі не дозволяють відтворити недоступні для безпосереднього вимірювання параметри проектів. Необхідні нові рішення не тільки в оцінці результатів проектів на основі концепції цінності середовища управління, але й в структурній модернізації процесу і бізнесу з урахуванням технологічної зрілості організацій та компетентності персоналу.

Науково-прикладна проблема, сутність якої полягає у розв'язанні протиріччя між вимогами щодо ефективності систем управління проектами / програмами / портфелями і завданнями кваліфікованої підтримки прийняття проектних рішень, розв'язується завдяки розробці методології структурного та параметричного аналізу систем проектного управління на основі впровадження теоретичних засад структурного аналізу та застосування математичних моделей складних топологічних структур, що відображають системи проектного управління. Тому тема дисертації має наукове й практичне значення, оскільки спрямована на розв'язання **актуальної** науково-прикладної проблеми.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась у відповідності до наукових досліджень ОНПУ, за участю авторки, за планами НДР № 19-32 «Теорія і практика застосування комп'ютерних технологій в ергатичних системах навчання і управління»

(ДР № 0109U008451, 2009-2012), НДР № 73-32 «Теорія і практика компетентнісного управління проектами в організаційно-технічних та соціальних системах» (ДР № 0113U007624, 2012-2015), НДР № 679-33 «Еволюційне моделювання нечітких об'єднаних процесів для автоматизованого проектування та управління». (ДР № 0111U010453, 2012-2013), НДР № 20-33 «Теорія і практика запровадження комп'ютерних технологій навчання і контролю знань спеціальних технічних дисциплін з використанням адаптивних технологій» (ДР № 0110U001668, 2009-2013).

Метою дисертаційного дослідження є розробка моделей, методів і засобів, структурного та параметричного аналізу організаційно технічних систем управління проектами для моделювання траєкторій розвитку проектів.

Для досягнення цієї мети в роботі розв'язані наступні головні задачі:

- виконаний аналіз завдань розробки моделей і методів структурного та параметричного аналізу організаційно технічних систем управління проектами;
- побудована концептуальна когнітивна модель взаємодії елементів проектів / програм / портфелів, які є основою для розробки математичного опису систем проектного управління;
- розроблені теоретичні основи аналізу й удосконалення взаємодії процесів проектного управління на основі структурного аналізу ОТС;
- розроблені уніфіковані моделі зміни станів ОТС на основі гомогенних ланцюгів Маркова з дискретними станами і часом;
- виконано обґрунтування низки законів проектного управління з урахуванням специфічних структур управління, властивостей, вимог і обмежень, властивих проектам / програмам / портфелям проектів;
- розроблено метод визначення ядер знань на основі структурного аналізу компетенцій проектних менеджерів, що представлені у національному стандарті України (*NCB UA, ver. 3.1*);
- здійснено впровадження результатів роботи в низці організацій.

Об'єктом дослідження є процеси управління проектами / програмами / портфелями проектів в організаціях і виробничих підприємствах.

Предметом дослідження є моделі і методи структурного та параметричного аналізу організаційно технічних систем управління проектами / програмами / портфелями проектів для моделювання траєкторій розвитку проектів.

Методи дослідження. Науково-прикладна проблема розробки методології структурного та параметричного аналізу систем проектного управління вирішувалась на основі нових концепцій структурного аналізу і математичних моделей складних топологічних структур проектного управління. Використані стандартні схеми управління проектами, портфелями проектів та програмами; методи теорії графів (для структурного аналізу взаємодії процесів проектів та формування ядер знань з проектного управління); теорія систем і системний аналіз (для формалізації станів і удосконалення проектного управління верстатобудівним підприємством); методи математичного моделювання (побудова моделей ОТС ґрунтується на теорії ланцюгів Маркова). Перевірку розроблених концепцій і запропонованих моделей виконано методами імітаційного моделювання

виробничих ситуацій та впровадження на діючому підприємстві.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у створенні науково-методологічних основ проектного управління, а саме моделей і методів структурного та параметричного аналізу організаційно технічних систем управління для моделювання траєкторій розвитку проектів.

Вперше:

- створено новий підхід та методологію структурного та параметричного аналізу організаційно технічних систем управління для моделювання траєкторій розвитку проектів, що включає сукупність моделей і методів організаційного управління, які формують відображення ходу і результативності проектів, що дозволяє завчасно у фазі планування проекту оцінювати очікуваний рівень успішності проектів;

- розроблені марківські моделі управління проектами / програмами / портфелями проектів, які містять типові процеси і дозволяють моделювати траєкторії розвитку проектів у просторі ймовірностей станів процесів проектів у залежності від характеристик оточення, команди проекту і самого проекту;

- доведено на основі структурного аналізу орієнтованого графа типової схеми управління проектами, що його ергодичність на відміну від відомих методів може бути визначена у розрахунковий спосіб із застосуванням удосконаленого в роботі підходу до пошуку замкнених контурів в орієнтованих графах, що дозволяє визначити існування в орієнтованому графі одного замкненого контуру (класу) і використовувати цю умову для автоматизації аналізу різних складних структур проектного управління;

- розроблено метод визначення ядер знань на основі структурного аналізу матриці компетенцій проектних менеджерів, які представлені у національному стандарті України (*NCB UA, ver. 3.1*), що дозволяє науково обґрунтовано формувати стратегію навчання проектних менеджерів;

Отримали подальший розвиток:

- метод аналізу топології структур управління проектно-керованої організації верстатобудівного підприємства із замкненими контурами управління, який побудовано на урахуванні властивостей матриці суміжності процесів і її ступенів, що дозволило науково обґрунтовано будувати нову систему переходів між процесами у зв'язку введенням 3-х нових процесів (критичне аналізування вимог до продуктів; супровід продукту; відповідальність, повноваження і постійне інформування) у відповідності до вимог нового стандарту ДСТУ *ISO 9001: 2009*;

- моделі марківських ланцюгів для управління проектами в різних предметних областях: міжнародна діяльність університетів, формування іміджу навчального закладу, надання медичних послуг, розробка ІТ-проектів, які різняться за структурою та способами визначення матриць перехідних ймовірностей, що дозволяє узагальнити адаптацію марківських моделей для проектів в різних предметних областях;

- обґрунтування основних законів проектного управління, а саме ініціації проектів (закон Бушуєва С. Д.), контролю параметрів процесів проекту (закон

Воробйова Ю. Л.), завершення проектів (закон Кошкіна К. В), що відрізняються від відомих попередніх вербальних формулювань, створенням науково обґрунтованої доказової бази на основі типових схем управління проектами / програмами / портфелями проектів, які представлено ланцюгами Маркова, що дозволяє довести справедливості формулювань вказаних законів.

Висунуто та підтверджено наукові положення:

- щодо існування науково-прикладної проблеми підтримки прийняття проектних рішень, що розв'язується завдяки розробці методології структурного та параметричного аналізу систем проектного управління, яка дозволяє перейти від оцінки якісних властивостей проектів до кількісних характеристик на основі моделей проектного управління із застосуванням однорідних ланцюгів Маркова з дискретними часом і станами;

- у матриці компетенцій проектних менеджерів, які представлені у національному стандарті України (*NCB UA*), існують такі сукупності елементів - ядра компетенцій, в яких всі елементи пов'язані один з одним і тому утворюють сильно зв'язаний підграф (клас), що дозволяє відобразити загальну систему компетенцій у формі згорнутої моделі станів, за якими змінюється підсистема компетенцій (знань) у будь-якому проекті;

- у проектах, які за визначенням є унікальними, система навчання стає складовою частиною проекту, що дозволяє проектній команді здійснювати трансфер знань в систему із зовнішнього середовища для успішного виконання проектів.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблена методологія структурного та параметричного аналізу організаційно-технічних систем управління для моделювання траєкторій розвитку проектів становлять теоретичний базис розвитку наукового напрямку управління проектами.

Результати роботи реалізовані при модернізації системи управління проектно-керованої організації, підприємства МІКРОН[®], у зв'язку з адаптацією до вимог стандарту ДСТУ *ISO 9001 : 2009*. Досягнуто підвищення конкурентної спроможності організації за рахунок поліпшення фінансових показників та споживчих характеристик продуктів завдяки введенню в контур управління керуючих впливів на основі критичного аналізу вимог до продукції, процесів супроводу продуктів та запровадження відповідальності проектних менеджерів.

Наукові та практичні розробки автора впроваджені до навчального процесу в Одеському національному політехнічному університеті в дисциплінах «Управління проектами» і «Моделювання і оптимізація технічних систем».

Особистий внесок здобувача. Всі основні наукові результати, що виносяться на захист, отримані автором особисто. В основних фахових наукових роботах, що виконані у співавторстві, особистий внесок наступний.

Авторка запропонувала якість технічних систем визначати за результатом їх роботи на основі простих властивостей, що об'єднуються у складні комплекси [1]; розробила нову схему процесів підприємства у відповідності до вимог ДСТУ *ISO 9001: 2009* [2, 3, 18]; розробила метод структурного аналізу складних графів [4] і його застосування для визначення зв'язності індикаторів цінно-

сті в проектах [5], а також; визначення ядер знань компетенцій [6, 24]; запропонувала оцінювати проекти за методом парних порівнянь множини показників проектів [7]; висунула гіпотезу щодо проекції сітьових процесів управління проектами на стани проектів [8]; розробила марківські моделі для проектів в різних предметних областях: надання медичних послуг [9], розробка ІТ-проектів [10, 26], міжнародна діяльність університетів [11], формування іміджу навчального закладу [12], комунікацій в міжнародних проектах [31]; виконала формалізацію завдань управління проектами [13 – 16]; розроблена модель розвитку проектів карткового обслуговування клієнтів банків в умовах «спротиву» оточення [19]; запропонувала механізм трансформації унікальної проектної діяльності в операційну [22]; виконала аналіз щодо різних визначень поведінкових компетенцій [25]; розробила метод визначення загального рівня компетенції команди проекту [30]. В решті публікацій апробаційного характеру особистий внесок співавторів розподілений рівномірно.

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати дисертаційних досліджень обговорювалися на: міжнародних науково-технічних конференціях (МНТК) «Управління проектами: стан і перспективи» (Миколаїв, 2008, 2012 – 2014); МНТК «Комп'ютерні науки: освіта, наука, практика» (Миколаїв, 2012); МНТК «Управління проектами в розвитку суспільства» (Київ, 2010); МНТК «Автоматизація: проблеми, идеи, решения» (Севастополь, 2013); МНТК «Информационные технологии и информационная безопасность в науке, технике и образовании» (Севастополь, 2009, 2013); МНТК «Интерпартнер» (Харків, 2007, 2008, 2012 – 2014); МНТК «Интегрированное стратегическое управление, управление проектами и программами развития предприятий и территорий» (Харків – Яремча, 2013); на науковому семінарі Одеського національного політехнічного університету «Моделювання в прикладних наукових дослідженнях» (Одеса, 2005 – 2008, 2012, 2013); на науково-методичному семінарі викладачів Одеського національного політехнічного університету «Шляхи реалізації кредитно-модульної системи організації навчального процесу і тестових форм контролю знань студентів» (Одеса, 2006 - 2014); на семінарі «Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві» (Одеса – Херсон, 2012 – 2014); на засіданні об'єднаного наукового семінару Одеського національного політехнічного університету (2014); на засіданні науково-технічного семінару Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова (2015).

Публікації. Основні результати досліджень опубліковані в 50 наукових працях, у тому числі, 1 стаття - у фаховому виданні Польщі; 28 статей - у фахових виданнях України (з них 16 – індексовані у міжнародних наукометричних базах); 18 публікацій у матеріалах міжнародних науково-технічних конференцій і семінарів. Наукову монографію видано в Китаї. За результатами досліджень видано практикум та конспект лекцій з курсу «Управління проектами».

Структура дисертації. Дисертація складається зі вступу, 6 розділів, висновків, списку з 261 використаного джерела та 1 додатку. Повний обсяг дисертації – 313 сторінок, у тому числі, список використаних джерел – 28 сторінок, додатків – 6 сторінок, 2 рисунки та 11 таблиць на окремих аркушах.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У вступі обґрунтована актуальність досліджень, сформульовано проблему, мету і задачі дослідження, визначені об'єкт, предмет та наукова новизна дисертаційних досліджень. Відображена практична цінність досліджень. Наведено дані щодо апробації результатів дисертації та основні публікації.

У першому розділі: «Проблеми моделювання структур та зміни параметрів при управлінні проектами», виконаний аналіз завдань управління проектами за структурою і параметрами. На основі аналізу опублікованих робіт встановлено, що існуючі методи аналізу топології систем проектного управління не завжди забезпечують раціональні рішення щодо побудови топологічних структур проектного управління. Створення моделей структур проектного управління на основі методів теорії графів, дозволить формувати на їхній основі методи і механізми проактивного управління проектами / програмами / портфелями проектів.

У розвиток та розробку сучасної теорії управління проектами (УП) у різних галузях суттєвий внесок внесли: У. А. Шухарт, А. Фейгенбаум, Ф. Б. Кросбі, У. Е. Демінг, К. Ісікава, Родні Дж. Тернер, С. Д. Бушуєв, Х. Танака, В. М. Бурков, Ю. П. Адлер, В. І. Воропаєв, В. А. Рач, А. І. Рибак, О. В. Сидорчук, Ю. М. Тесля, Р. Каплан і Д. Нортон, І. В. Кононенко, В. А. Лапідус, А. А. Павлов, К. В. Кошкін, С. К. Чернов, А. В. Шахов, Ю. Л. Воробйов, Н. С. Бушуєва, В. О. Вайсман, І. О. Лапкіна, Є. А. Дружинін, С. В. Руденко, М. В. Новожилова, І. В. Чумаченко, А. О. Білощицький, О. М. Медведєва і ін.

Моделі і методи проектного управління традиційно розглядаються у двох проекціях: як основна складова проектного управління і як об'єкт вивчення при професійній підготовці проектних менеджерів. Існуючі підходи в управлінні проектами не завжди забезпечують вирішення задач ефективного використання знань і досвіду виконавців через відсутність методології структурного та параметричного аналізу систем проектного управління, а також методів оцінки результатів проектів в залежності від рівня компетенцій, як окремих членів команди, так і в цілому команди проекту.

Визначено основні напрямки та задачі досліджень, спрямованих на узгаляння методології проектного управління за структурою і параметрами.

У другому розділі: «Теоретичні основи аналізу структурних властивостей систем проектного управління», – розроблено метод визначення замкнених циклів у складних системах проектного управління.

Метод визначення замкнених циклів на планарних графах. В дисертаційній роботі для розв'язання задачі аналізу структурних схем проектів пропонується перейти до нового методу з аналітичним визначенням контурів в складних схемах на відміну від евристичного пошуку за теоремою Леонарда Ейлера.

Основою для аналітичного розв'язання задачі є використання специфічних властивостей матриці суміжності. Як відомо, систему, яка об'єднує множини деяких сутностей, наприклад, $S\{s_1, s_2, \dots, s_m\}$, які є вершинами орієнтованого графа, що зв'язані орієнтованими дугами і $G\{g_1, g_2, \dots, g_r\}$, можна відобразити за допомогою матриці суміжності $[c_{ij}]_S = [i, j]$, кожний рядок якої показує зв'яз-

ки однієї вершини з іншими вершинам графа. Елемент $c_{ij}=1$ відображає дугу між вершинами S_i та S_j . Якщо $c_{ij} = 0$, то дуга безпосередньо між вершинами графа i та j відсутня.

Матриці суміжності притаманні специфічні властивості. У разі послідовного зведення матриці суміжності у ступені $n = 2, 3 \dots$ елементи n -го ступеня $(c_{ij})^n$ показують шлях, що містить n дуг, між i -ою та j -ою вершинами графа. При піднесенні матриці суміжності у ступень n за наявності контуру деякі діагональні елементи стають нерівними нулю, що означає наявність зв'язку від i -ої до j -ої вершини через інші вершини графа. Такий шлях у графі є характерним тільки для замкнутого контуру. Множення матриць виконується за звичайним правилом:

$$\|c_{ij}^{n+1}\| = \begin{Bmatrix} c_{1.1}^n & c_{1.2}^n & \dots & c_{1.m}^n \\ c_{2.1}^n & c_{2.2}^n & \dots & c_{2.m}^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{m.1}^n & c_{m.2}^n & \dots & c_{m.m}^n \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} c_{1.1}^1 & c_{1.2}^1 & \dots & c_{1.m}^1 \\ c_{2.1}^1 & c_{2.2}^1 & \dots & c_{2.m}^1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{m.1}^1 & c_{m.2}^1 & \dots & c_{m.m}^1 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \sum_{k=1}^m c_{1k}^n c_{k1}^1 & \sum_{k=1}^m c_{1k}^n c_{k2}^1 & \dots & \sum_{k=1}^m c_{1k}^n c_{km}^1 \\ \sum_{k=1}^m c_{2k}^n c_{k1}^1 & \sum_{k=1}^m c_{2k}^n c_{k2}^1 & \dots & \sum_{k=1}^m c_{2k}^n c_{km}^1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum_{k=1}^m c_{mk}^n c_{k1}^1 & \sum_{k=1}^m c_{mk}^n c_{k2}^1 & \dots & \sum_{k=1}^m c_{mk}^n c_{km}^1 \end{Bmatrix}, \quad (1)$$

де n — ступені матриці суміжності, $n = 1, 2, \dots$;

m — загальна кількість вершин у схемі.

Означені властивості ступенів матриць суміжності дозволяють висунути гіпотезу про розрахункове визначення контурів у орієнтованому графі.

Твердження. Булева сума матриць суміжності від 1 до m ступенів — матриця досяжності, відображає всі шляхи в графі, включаючи замкнений контур.

Доказ. Для отримання матриці досяжності $\mathbf{R}^n$ всіх шляхів орієнтованого графа визначимо булеву суму матриць суміжності $\mathbf{C}^n$, $n = 1, 2, \dots, m$, де m - число вершин графа. Матриця досяжності першого рангу $\mathbf{R}^{(1)}$ є тотожною матриці суміжності $\mathbf{C}^1$ першого ступеня: $[r_{ij}^{(1)}] = [c_{ij}^1]$, $\forall i, j \in \{1, 02, \dots, m\}$. Матриці досяжності наступних рангів $\mathbf{R}^{(n)}$ для значень $n > 1$ визначаються з використанням матриць досяжності рангів $(n - 1)$ і матриць суміжності відповідних ступенів:

$$\begin{aligned} [r_{ij}^{(2)}] &= \begin{cases} 1, & \text{якщо } (r_{ij}^{(1)} = 1) \vee (c_{ij}^2 = 1) \\ 0, & \text{якщо } (r_{ij}^{(1)} = 0) \wedge (c_{ij}^2 = 0) \end{cases}, \\ [r_{ij}^{(3)}] &= \begin{cases} 1, & \text{якщо } (r_{ij}^{(2)} = 1) \vee (c_{ij}^3 = 1) \\ 0, & \text{якщо } (r_{ij}^{(2)} = 0) \wedge (c_{ij}^3 = 0) \end{cases}, \\ \dots & \\ [r_{ij}^{(n)}] &= \begin{cases} 1, & \text{якщо } (r_{ij}^{(n-1)} = 1) \vee (c_{ij}^n = 1) \\ 0, & \text{якщо } (r_{ij}^{(n-1)} = 0) \wedge (c_{ij}^n = 0) \end{cases}. \end{aligned} \quad (2)$$

Результуюча матриця досяжності $\mathbf{R}^n$ відображає сукупність зв'язків, які є у графі через n дуг між вершинами $i \rightarrow j$. У міру зростання ступенів n матриць суміжності деякі елементи матриці досяжності $\mathbf{R}^n$ заповнюються одиницями (рис. 1). Заповнена одиницями підматриця (4×4) показує, що всі її вершини є зв'язаними за напрямом дуг графа (рис. 1-г – рис. 1-е), що і є описанням всіх

можливих шляхів в оргграфі за напрямом дуг графа. При цьому в деяких рядках елементи головної діагоналі (ГД) матриці досяжності мають значення $[r_{ii}] = 1$, що є ознакою того, що цей рядок містить в собі опис частини шляху в оргграфі за напрямом орієнтованих дуг від елемента $i \rightarrow i$. Наявність такого шляху від елемента i до i можлива в замкненому контурі орієнтованого графа.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>
<i>a</i>	0	1	0	0	0	0	0
<i>b</i>	0	0	1	0	0	0	0
<i>c</i>	0	0	0	1	0	0	0
<i>d</i>	0	0	0	0	1	0	0
<i>e</i>	0	1	0	0	0	1	0
<i>f</i>	0	0	0	0	0	0	1
<i>g</i>	0	0	0	0	0	0	0

а)

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>
<i>a</i>	0	1	1	0	0	0	0
<i>b</i>	0	0	1	1	0	0	0
<i>c</i>	0	0	0	1	1	0	0
<i>d</i>	0	1	0	0	1	1	0
<i>e</i>	0	1	1	0	0	1	1
<i>f</i>	0	0	0	0	0	0	1
<i>g</i>	0	0	0	0	0	0	0

б)

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>
<i>a</i>	0	1	1	1	0	0	0
<i>b</i>	0	0	1	1	1	0	0
<i>c</i>	0	1	0	1	1	1	0
<i>d</i>	0	1	1	0	1	1	1
<i>e</i>	0	1	1	1	0	1	1
<i>f</i>	0	0	0	0	0	0	1
<i>g</i>	0	0	0	0	0	0	0

в)

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>
<i>a</i>	0	1	1	1	1	0	0
<i>b</i>	0	1	1	1	1	1	0
<i>c</i>	0	1	1	1	1	1	1
<i>d</i>	0	1	1	1	1	1	1
<i>e</i>	0	1	1	1	1	1	1
<i>f</i>	0	0	0	0	0	0	1
<i>g</i>	0	0	0	0	0	0	0

г)

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>
<i>a</i>	0	1	1	1	1	1	1
<i>b</i>	0	1	1	1	1	1	1
<i>c</i>	0	1	1	1	1	1	1
<i>d</i>	0	1	1	1	1	1	1
<i>e</i>	0	1	1	1	1	1	1
<i>f</i>	0	0	0	0	0	0	1
<i>g</i>	0	0	0	0	0	0	0

е)

Рисунок 1 – Матриця досяжності $\mathbf{R}^n$ для різних n :
а) $n=1$; б) $n=2$; в) $n=3$; г) $n=4$; д) $n=5$; е) $n=6$.

Слід також вказати, що деякі елементи рядка i , у якому існує зв'язок $i \rightarrow i$, не входять до замкненого контуру, оскільки за напрямом дуг графа від вершини i є шлях до кінцевих вершин графу.

Метод виділення складних сполучень контурів у графі. Ознакою існування контуру в схемі є відмінність від нуля елементів ГД матриці $\mathbf{R}^n$. Щоб визначити всі підсистеми, що існують в графі і входять у контур, виконаємо заміну напрямів на зворотні усіх дуг графа шляхом транспонування матриці досяжності $\mathbf{R}^n \rightarrow (\mathbf{R}^n)^T$ з подальшою суперпозицією $\mathbf{W} = \mathbf{R} \cap \mathbf{R}^T$. Елементи матриці суперпозиції $\mathbf{W} = \mathbf{R} \cap \mathbf{R}^T$ формуються наступним чином:

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } (r_{ij} = 1) \wedge (r_{ji}^T = 1) \\ 0, & \text{якщо } (r_{ij} = 0) \vee (r_{ji}^T = 0) \end{cases} \quad (3)$$

Ненульові елементи ГД матриці $\mathbf{W}$ вказують на рядок, що містить всі шляхи контуру. Виділені контури, в яких всі елементи сполучені між собою, складають основу ергодичної підмножини орієнтованого графа. Всередині такої множини можливі будь-які переходи, але виключені переходи на зовні. При цьому інформативним є не тільки кінцевий результат, матриця суперпозиції $\mathbf{W}^n$, а й результати, які показують формування контурів.

Виконаємо транспонування матриці досяжності $\mathbf{R}^6 \rightarrow (\mathbf{R}^6)^T$, яка приведена на рис. 1-е, з подальшою суперпозицією $\mathbf{W}^6 = \mathbf{R}^6 \cap (\mathbf{R}^6)^T$. З результатів суперпозиції (рис. 2-в) слідує, що розроблений метод дозволяє визначити в орієтова-

ному графі наявність замкненого контуру, який включає вершини, що сполучені зв'язками: $b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow b$.

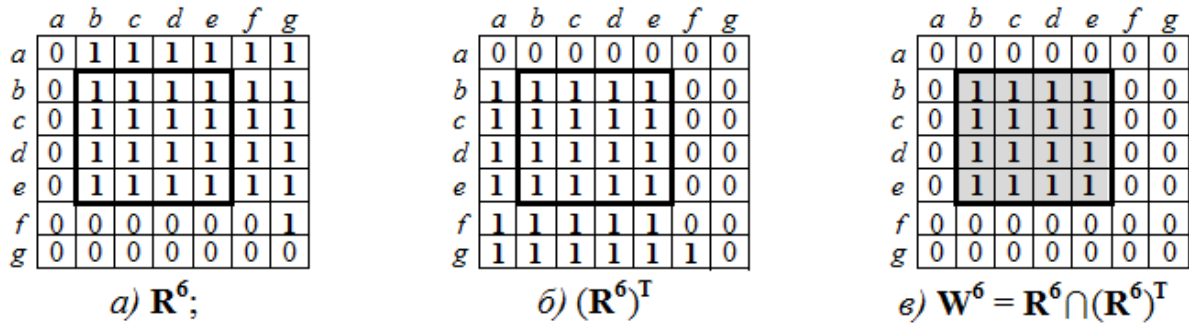


Рисунок 2 – Матриця суперпозиції $W^6 = R^6 \cap (R^6)^T$, яка отримана на основі матриці досяжності R^6 прикладу рис. 1: а) R^6 ; б) $(R^6)^T$; в) $W^6 = R^6 \cap (R^6)^T$

В роботі доведено придатність методу у разі різних сполучень контурів в орієнтованому графі: незалежні контури; вкладені один в одного контури; контури, що перетинаються; паралельні структури контурів.

Метод визначення ергодичності орієнтованого графа, що відображає системи проектного управління. Під ергодичним розуміється граф, що цілком складається з одного ергодичного класу. Ергодичні графи описуються сильно зв'язаним графом, у якому є можливими будь-які переходи з довільного стану S_i в будь-який інший стан S_j за кінцеве число кроків. Оскільки орієнтований граф є основою для побудови ланцюга Маркова, то всі структурні властивості графа наслідуються ланцюгом Маркова, що створений на його основі. Для ергодичного ланцюга Маркова при чималому часі функціонування настає стаціонарний режим, у якому ймовірності $S\{s_1, s_2, \dots, s_m\}$ станів системи не залежать від часу і від розподілу величин початкових ймовірностей.

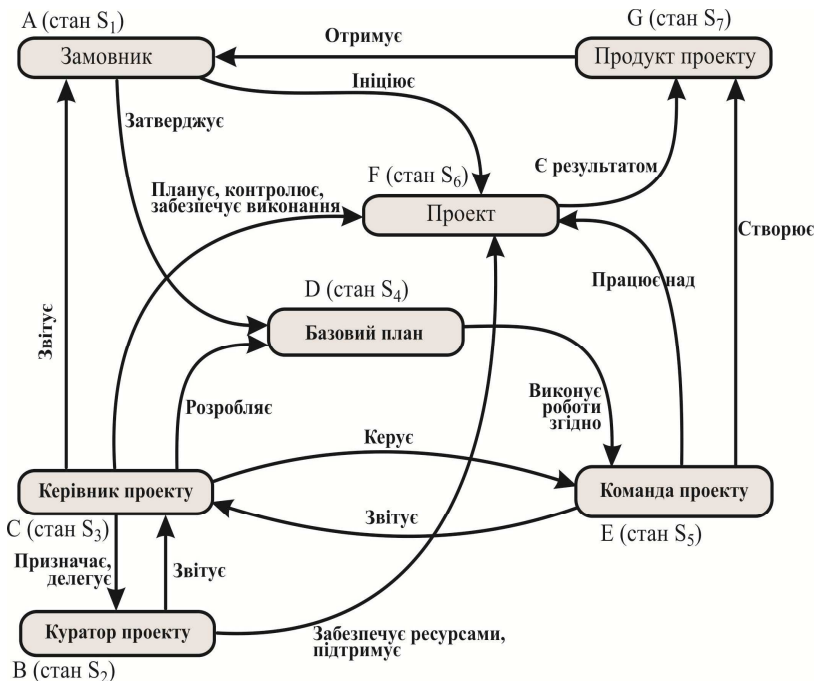


Рисунок 3 – Схема взаємодії основних сутностей проекту

Визначимо чи є ергодичною схема взаємодії учасників проекту, що подана в ГОСТ Р 54869 – 2011 (рис. 3), де $A, B, \dots, G$ – ідентифікатори станів. Позначимо через $S_i \{i = 1, 2, \dots, 7\}$ можливі стани, що існують в проекті: $S_1 = A$; $S_2 = B$; $S_3 = C$; $S_4 = D$; $S_5 = E$; $S_6 = F$; $S_7 = G$. На рис. 3 показано орієнтований граф, що відображає зв'язки між станами системи.

Представимо топологію системи, вершини і орієнтовані дуги якої відповідають рис. 3, графу взаємодії учасників проекту, за допомогою матриці суміжності $\|c_{ij}\|$:

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

Для визначення умов існування зворотних і неповоротних структур у фрагментах орієнтованого графа, а також ознак ергодичності і поглинання, скористаємося розробленими теоретичними положеннями аналізу структур складних систем. Обчислимо матрицю досяжності $\mathbf{R}^n$, яка є булевою сумою матриць суміжності від 1 до m ступенів. При цьому скористаємось двійковою системою для відображення сум. Коли всі елементи дорівнюють 0, то і сума цих елементів дорівнює 0. В іншому випадку сума дорівнює одиниці.

Як видно, у матриці суперпозиції $\mathbf{W}^2$ вже визначений один контур, який включає стани b , c та e . Квадратна підматриця $\mathbf{w}^* \in \mathbf{W}^2$, заповнена одиницями, може бути отримана у разі перестановки місцями стовпців і рядків станів d та e (рис. 4). Наявність на головній діагоналі всіх одиниць к квадратній підматриці $\mathbf{W}^2$, яка містить елементи b , c та e відображає істотну властивість структури системи – всі елементи зв'язані в прямому та зворотному напрямках між собою.

	a	b	c	d	e	f	g
a	0	0	0	1	1	1	1
b	1	1	1	1	1	1	1
c	1	1	1	1	1	1	1
d	0	0	1	0	1	1	1
e	1	1	1	1	1	1	1
f	1	0	0	0	0	0	1
g	1	0	0	1	0	1	0

$a) \mathbf{R}^2;$

	a	b	c	d	e	f	g
a	0	1	1	0	1	1	1
b	0	1	1	0	1	0	0
c	0	1	1	1	1	0	0
d	1	1	1	0	1	0	1
e	1	1	1	1	1	0	0
f	1	1	1	1	1	0	1
g	1	1	1	1	1	1	0

$b) (\mathbf{R}^2)^T$

	a	b	c	d	e	f	g
a	0	0	0	0	1	1	1
b	0	1	1	0	1	0	0
c	0	1	1	1	1	0	0
d	0	0	1	0	1	0	1
e	1	1	1	1	1	0	0
f	1	0	0	0	0	0	1
g	1	0	0	1	0	1	0

$c) \mathbf{W}^2 = \mathbf{R}^2 \cap (\mathbf{R}^2)^T$

Рисунок 4 – Матриця суперпозиції $\mathbf{W}^2 = \mathbf{R}^2 \cap (\mathbf{R}^2)^T$, яка отримана на основі матриці досяжності $\mathbf{R}^2$ приклада рис. 3: $a) \mathbf{R}^2$; $b) (\mathbf{R}^2)^T$; $c) \mathbf{W}^2 = \mathbf{R}^2 \cap (\mathbf{R}^2)^T$

В дисертації виконані відповідні розрахунки для наступних ступенів матриць. Показано, що матриця суперпозиції $\mathbf{W}^6$ відображає один замкнений контур (один клас), який включає в себе всі стани. У цьому контурі можливими є переходи між усіма елементами системи. Відсутня можливість виходу з системи. Таким чином, підтверджено гіпотезу про ергодичність структури (рис. 3) взаємодії учасників проекту. Система не включає фрагментів, які є поглинаючими (у разі побудови ланцюга Маркова на основі орієнтованого графа рис. 3).

У третьому розділі: «Розвиток теорії проектного управління: обґрунтування основних законів», – створено науково обґрунтовану доказову базу на основі типових схем управління проектами / програмами / портфелями проектів, які представлено ланцюгами Маркова, для обґрунтування основних законів проектного управління, а саме ініціації проектів (закон Бушуєва С.Д.), контро-

лю параметрів процесів проекту (закон Воробйова Ю.Л.), завершення проектів (закон Кошкіна К.В).

Розробка марківської моделі проекту. Взаємодія учасників проектів є найважливішою умовою успішної реалізації проектної діяльності, яка зазвичай розглядається як характеристика рівня компетентності і майстерності керівника проекту та його команди. Але управління проектами містить також і організаційно-технічну складову – планування, перемови, погодження та реалізацію рішень, контроль, аналіз і корекцію результатів. Зазвичай оцінка ефективності проектів здійснюється за рахунок інтуїтивних передумов чи методами натурних спостережень. Але у такий спосіб можна оцінити вже виконані проекти, що за визначенням знижує можливості управління. Тому для проактивного управління проектами актуальним є завдання завчасної оцінки очікуваного результату вже на стадії ініціації проектів.

Для побудови марківської моделі зміни станів, які відповідають певним учасникам проектів, приймемо відповідно до ГОСТ Р 54869 – 2011 базову структуру взаємодії учасників проектів (рис. 3), на якій зазначені основні переходи між цими станами (рис. 5).

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

Топологія орієнтованого графа базової структури взаємодії учасників проектів (рис. 3), яка є основою марківського ланцюга, відображається за допомогою

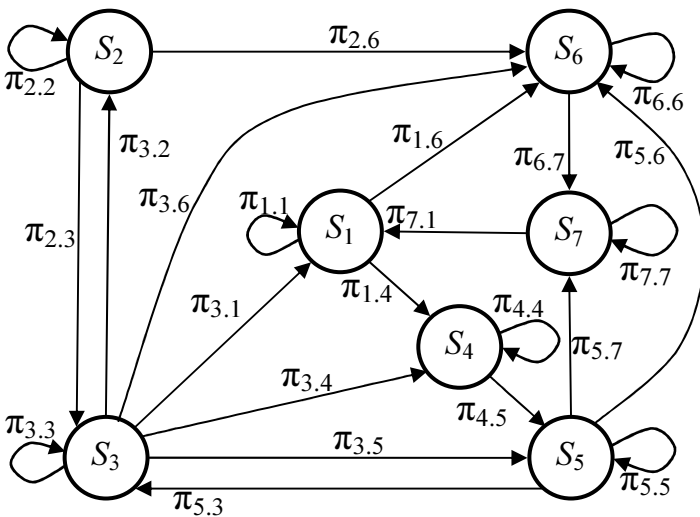


Рисунок 5 – Розмічений граф марківського ланцюга, що відображає структуру взаємодії учасників проектів: S_1 – замовник; S_2 – куратор проекту; S_3 – керівник проекту; S_4 – базовий план проекту; S_5 – команда проекту; S_6 – проект; S_7 – продукт проекту

матриці суміжності (4). Для трансформації схеми станів у марківський ланцюг на розміченому графі (рис. 5) позначені додаткові зв'язки у системі, які відображають можливість «затримки» системи у кожному з станів S_i $\{i=1, 2, \dots, 7\}$. Всі існуючі переходи з кожного стану в інші стани є повною групою подій. Це дозволяє ввести норму для кожного рядка матриці $\|c_{ij}\|$ із заміною значень $c_{ij} = 1$ на перехідні ймовірності $\pi_{ij} > 0 \{ \forall (i, j) \in (1, 2, \dots, 7) \}$ з виконанням умови, справедливої для повної групи подій – сума ймовірностей для повної групи подій дорівнює одиниці.

Матриця перехідних ймовірностей, яка відтворює структуру системи (рис. 5), у разі заміни $c_{ij} \{ \forall (i, j) \in (1, 2, \dots, 7) \}$ на перехідні ймовірності $\pi_{ij} > 0 \{ \forall (i, j) \in (1, 2, \dots, m) \}$, може бути записана у наступному вигляді:

$$\|\pi_{i,j}\| = \begin{pmatrix} \pi_{1,1} & 0 & 0 & \pi_{1,4} & 0 & \pi_{1,6} & 0 \\ 0 & \pi_{2,2} & \pi_{2,3} & 0 & 0 & \pi_{2,6} & 0 \\ \pi_{3,1} & \pi_{3,2} & \pi_{3,3} & \pi_{3,4} & \pi_{3,5} & \pi_{3,6} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \pi_{4,4} & \pi_{4,5} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \pi_{5,3} & 0 & \pi_{5,5} & \pi_{5,6} & \pi_{5,7} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \pi_{6,6} & \pi_{6,7} \\ \pi_{7,1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \pi_{7,7} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,30 & 0 & 0 & 0,50 & 0 & 0,20 & 0 \\ 0 & 0,60 & 0,10 & 0 & 0 & 0,30 & 0 \\ 0,04 & 0,04 & 0,76 & 0,10 & 0,04 & 0,02 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,30 & 0,70 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,50 & 0 & 0,33 & 0,15 & 0,02 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,87 & 0,13 \\ 0,25 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,75 \end{pmatrix}. \quad (5)$$

Значення величин π_{ij} визначені в (5) для базового варіанту схеми управління проектом експертним методом.

В роботі показано, якщо задана матриця перехідних ймовірностей $\|\pi_{ij}\|$ і відомий початковий розподіл ймовірностей станів $\{p_1(0), p_2(0), \dots, p_m(0)\}$ на кроці $k=0$, то розподіл ймовірностей станів $\|p_i(k); i = 1, 2, \dots, m\|$ може бути знайдено із загальної залежності:

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

де $\pi_{ij} > 0 \{ \forall (i, j) \in (1, 2, \dots, m) \}$ – перехідні ймовірності; m – число станів в системі; k – номер кроку; T – знак транспонування

Властивості проектів, що відповідають марківським ланцюгам:

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

– дії команди проекту в момент часу t_k відповідають крокам k проекту;

– результат ходу проектів формує розподіл $\{p_1(k), p_2(k), \dots, p_m(k)\}$ ймовірностей станів системи;

– ймовірності переходів $\pi_{ij} > 0 \{ \forall (i, j) \in (1, 2, \dots, m) \}$ в інші стани залежить від властивостей системи;

– переходи з довільного стану системи в інші стани складають повну групу подій, одне з яких повинне здійснитися: $\sum_{j=1}^m \pi_{ij} = 1, \quad \{i = 1, 2, \dots, m\};$

– оскільки стани системи є повною групою подій, то сума $\sum_{i=1}^m p_i(k) = 1;$

– стани системи відображаються структурно подібним графом, із зазначенням можливих переходів за один крок з певного стану в інші.

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

Після побудови моделі проекту у формі ланцюга Маркова слід виконати параметричну ідентифікацію моделі, яка здійснюється для опису конкретного проекту на основі визначення сукупності перехідних ймовірностей – матриці $\|\pi_{ij}\|$, що є унікальною для кожного проекту. Визначення матриці $\|\pi_{ij}\|$ «налаштовує» ланцюг Маркова на відображення властивостей певного проекту.

Для визначення значень $\pi_{ij} > 0$: $\{\forall(i, j) \in (1, 2, \dots, m)\}$ перехідних ймовірностей можна використовувати різні підходи. Ефективним способом знаходження перехідних ймовірностей є визначення витрат часу на виконання певних операцій деякого стану. Цей спосіб вельми зручний при побудові ланцюгів Маркова для виробничих операцій і процесів, які, як правило, нормовані, а час їх виконання регламентується відповідними нормативними документами (інструкціями, правилами, положеннями та ін.).

Існує і інший підхід для визначення перехідних ймовірностей. На основі анкетування можна визначити ймовірності станів на певних кроках, а потім шляхом рішення оберненої задачі ланцюга Маркова з використанням методу Монте-Карло знайти величини перехідних ймовірностей.

Дослідження параметричних властивостей марківської моделі полягає у встановленні того факту, що побудована модель повною мірою відображає основні тенденції проектного управління. В роботі розглянуто приклади моделювання для різних сукупностей даних, досліджено та проаналізовано можливі реакції системи на зміни певних π_{ij} перехідних ймовірностей. Базовий варіант (5) перехідних ймовірностей марківського ланцюга відомий, а зміні піддавались елементи матриці $\|\pi_{ij}\|$ перехідних ймовірностей. Як приклад на рис. 6 приведені траєкторії проектів у разі одночасної зміни значень $\pi_{5,3}$ і $\pi_{5,6}$, які характеризують роботу команди проекту. Отримані результати відображають необхідність ретельного планування проекту, оскільки траєкторія проекту може суттєво відхилитися від базового варіанту у залежності від компетенції команди.

Базовий варіант (рис. 6-а) 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 для виконання робіт проекту відводиться 32 % ресурсу часу, керівник проекту використовує 23 % ресурсу. Отримані результати показують, що при виконанні цього проекту існує певне неузгодженість управління, оскільки команді проекту лишається тільки 10 % від загального ресурсу. Для усунення цього явища слід змінити параметри роботи команди, що повинно вплинути на значення відповідних ймовірностей переходів для команди проекту ($\pi_{5,3}$ та $\pi_{5,6}$).

Представлені на рис. 6-б результати, які отримано для нових початкових умов зі зміненою у $\|\pi_{ij}\|$ тільки двох елементів ($\pi_{5,3} = 0,1$; $\pi_{5,6} = 0,2$), показують,

що у разі зміни умов взаємодії команди проекту хід і результативність проекту стають відмінними від базового варіанту. Так, на кроці $k = 20$ нова система має такий розподіл ймовірностей станів: $p1(20) = 0,08$; $p2(20) = 0,01$; $p3(20) = 0,07$; $p4(20) = 0,07$; $p5(20) = 0,16$; $p6(20) = 0,40$; $p7(20) = 0,22$ (рис. 7-б). Для виконання робіт проекту відводиться вже 40 % загального ресурсу часу, керівник проекту використовує тільки 7 %, а команда проекту – 16 %.

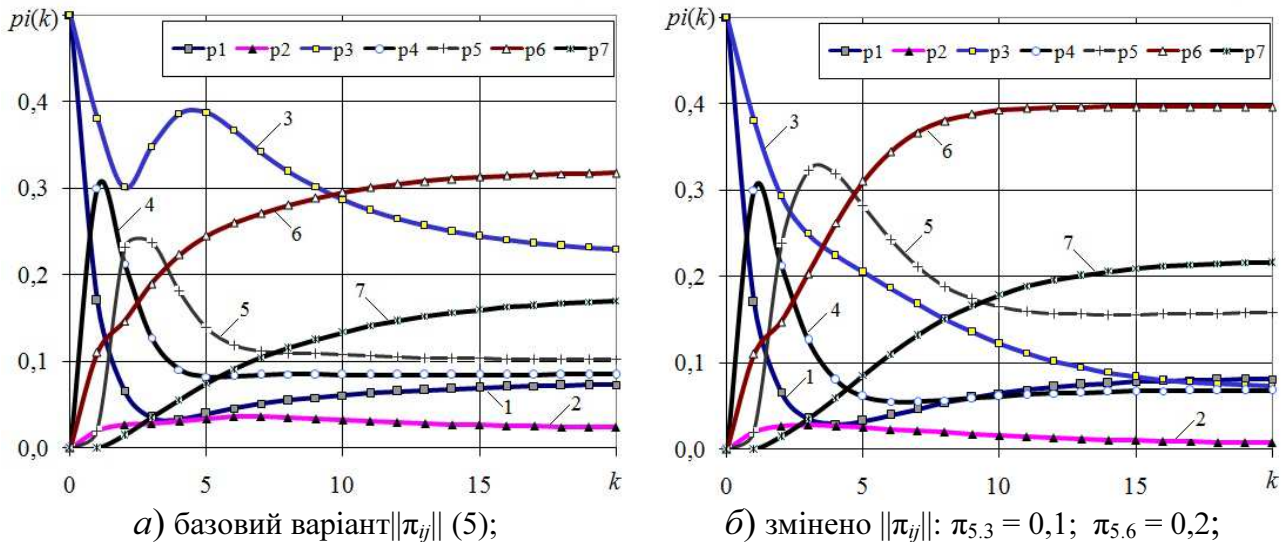


Рисунок 6 – Вплив команди проекту на траєкторію розвитку проекту: k - кроки; $pi(k)$ – ймовірності станів (1 - $p1$, замовник; 2 - $p2$, куратор проекту; 3 - $p3$, керівник проекту; 4 - $p4$, базовий план проекту; 5 - $p5$, команда проекту; 6 - $p6$, проект; 7 - $p7$, продукт проекту)

За результатами моделювання показано, що результати моделювання достовірно відображають поведінку системи за різних початкових даних, що дозволяє зробити висновок про придатність побудованої марківської моделі з дискретними станами і часом для вивчення структурних та параметричних властивостей систем управління проектів, програм та портфелів проектів.

Обґрунтування основних законів проектного менеджменту. Теоретична складова будь-якої наукової галузі визначається ступенем узагальнення та абстрагування знань, що сформульовані у формі законів. Відомі формулювання законів були виконані на рівні вербальних суджень без обґрунтування. Для подальшого розвитку теорії проектного управління з переходом від оцінок якісних властивостей проектів до кількісних характеристик пропонується використати марківські моделі систем проектного управління.

Обґрунтування закону ініціації проектів. Чільне місце у низці досліджень з формування теоретичних засад проектного управління належить закону ініціації проектів (закон проф. С.Д. Бушуєва): «Команда, проект та його турбулентне оточення складають систему, в якій існуючі взаємозв'язки визначають результат проекту». Цей закон відображає істотну властивість взаємодії основних сутностей управління проектами, результатом яких є проектні рішення. Отже, інформаційні взаємозв'язки, що становлять основу різних структур організаційно-технічного управління та параметричні характеристики окремих процесів проектів є визначальними властивостями систем проектно-орієнтованого управління. Закон *ініціації проектів* об'єднує в одну систему три укрупнених

сутності: проект, турбулентне оточення і команду проекту. Кожна з них в результаті декомпозиції може бути відображена у вигляді окремої підсистеми, що включає елементи і зв'язки між ними.

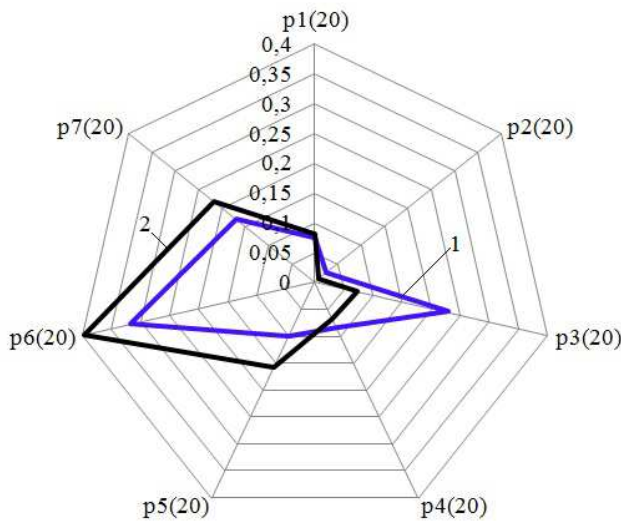


Рисунок 7 - Зіставлення даних моделювання впливу компетентності команди на результати проекту: 1 – базовий варіант системи; 2 – удосконалений варіант системи

Висновок, який можна зробити за результатами дослідження, є у тому, що слабоструктурована система, яка включає в себе сам проект, його оточення і команду визначає результат проекту. Це і є визначенням закону *ініціації проектів*.

У розвиток теорії проектного управління в роботі виконано також підтвердження гіпотез щодо справедливості *закону ініціації проектів* для програм та портфелів проектів. Показано, що використання замість оригіналів їх модельних відображень є перспективним напрямком наукового пошуку для вивчення структурних та параметричних властивостей систем проектного управління.

Обґрунтування закону контролю параметрів ризиків (закон Ю. Л. Воробйова).

Орієнтація на вирішення проблем управління проектами завдяки прикладам найкращої практики не завжди виявляється плідною. Особлива увага повинна приділятися оцінці рівня ризику проектів, який залежить від множини випадкових чинників. У подібних слабоструктурованих системах оцінка рівня ризику найчастіше виконується на якісному рівні із застосуванням *SWOT* - аналізу, що дозволяє оцінити сильні і слабкі аспекти проектів. Для формування кількісних оцінок рівня ризику пропонується феноменологічний підхід, коли модель відображення властивостей системи будується як залежність параметрів станів системи від деяких дій управління. При цьому не розглядається внутрішня сутність процесів в системі, а розглядаються зв'язки «вхід – вихід» системи.

Твердження проф. Воробйова Ю. Л. відноситься як до окремих фаз і робіт, так і до загальної оцінки проекту: «Очікувані вигоди і реальні втрати в проектах пропорційні рівню ризику (авантюризму)». У цьому твердженні встановлюється, що існує така узагальнена характеристика проекту, як ризик, від якої залежить результат проекту. *Закон контролю параметрів ризиків* об'єднує три сутності проекту: очікувані вигоди, реальний збиток та рівень ризику. При цьому пе-

Вплив команди на траєкторію розвитку проекту, що приведений на рис. 6, можна інтерпретувати у інший спосіб (рис. 7).

Перейдемо від ймовірнісних $p_i(20)$ даних моделювання до показників тривалості проекту. Хай планова проектна робота стану S_6 без урахування інших станів становить 100 днів. Визначимо тривалість проектів 1 і 2:

$$\begin{aligned} t_1 &= 100/0,32 = 313; \\ t_2 &= 100/0,40 = 250. \end{aligned} \quad (7)$$

Отже, проект 1 триватиме у $\alpha = t_1/t_2 = 313/250 = 1,25$ рази більше, ніж проект 2. За параметрами тривалості другий проект є більш привабли-

редбачається, що ризик є проявом множини випадкових факторів турбулентного оточення, компетенцій команди, комунікацій проекту та ін.

Представимо результат деякого j -го проекту виразом:

$$Y_j = f(I, P, D, C, A, E)_j, \quad (8)$$

де $I = i(k, TO) \pm \Delta I$ – результат ініціації проекту;

$P = p(k, TO, I) \pm \Delta P$ – результат проектної фази проекту;

$D = d(k, TO, I, P) \pm \Delta D$ – результат фази виконання проекту;

$C = c(k, TO, I, P, D) \pm \Delta C$ – результат контролю проекту;

$A = a(k, TO, I, P, D, C) \pm \Delta A$ – результат процесу поліпшення проекту;

$E = e(k, TO, I, P, D, C, A) \pm \Delta E$ – результат фази завершення проекту;

k – команда проекту; TO – турбулентне оточення проекту.

Функціонал $f(I, P, D, C, A, E)_j$, як результат проекту залежить від управління в усіх фазах проекту. Існуючі відхилення в проміжних станах проекту можуть накопичуватися, що є причиною прояву ризику. При цьому мається на увазі, що ризик в першому наближенні визначається як добуток ймовірності настання небажаних подій на величину збитку від цих подій. Отже, очікувані вигоди і реальні втрати в проектах пропорційні рівню ризику проекту, оскільки збиток є заданою величиною, а ймовірності настання подій, що ведуть до зменшення ефективності проекту, можуть набувати значень в інтервалі $[0 \leq p_i \leq 1]$.

Виконаємо класифікацію цього твердження за ознаками: об'єкт, метод, результат, наслідок, правило:

Твердження	Очікувані вигоди і реальні втрати в проектах пропорційні рівню ризику (авантюризму).
Об'єкт	Галузь знань управління проектами: як впливає рівень ризику на результати проекту.
Метод	Емпірична закономірність на основі практики управління проектами
Результат	Характеристика якості виконання проекту.
Слідство	Ризик є об'єктивною інтегральною характеристикою рівня успішності проекту.
Правило	Завдання команди при управлінні проектом полягає в зменшенні рівня ризику, хоча через властивості ризику він ніколи не може бути виключений.

Твердження проф. Воробйова Ю. Л. можна віднести до категорії закону.

Наслідок закону контролю параметрів ризиків. Під час виконання проекту від фази ініціації до його завершення вирішується основне завдання досягнення результату проекту з урахуванням встановлених обмежень по ресурсам, за часом, а також за якістю і *ризиком*. Усі проектні рішення реалізуються з певним рівнем ризику. Тому цілі проекту мають бути конкретними, вимірними, досяжними, орієнтованими на результат і прив'язаними до часу (система цілей *SMART* – *Specific, Measurable, Achievable, Result – oriented, Time – specific*).

Оцінювання проекту можна розглядати як випадковий процес, хід і результат, якого залежать від випадкових чинників. Пропонується при експертному оцінюванні ризиків успішності проектів використовувати міру досконалості проекту з переведенням нечітких висловлювань експертів в бальні оцінки (табл. 1).

Таблиця 1 – Стани успішності як міра досконалості проектів

Міра досконалості	Характеристика стану в моделі 5П	Бал	Стан
Немає формального підходу (Провальний проект)	Немає системного підходу, низькі або не прогнозовані результати	1	D1
Реагування на події (Пограничний ризик)	Реактивне управління для усунення проблем або корекції комунікацій	2	D2
Стабільний формальний системний процес (Помірний ризик)	Впроваджений системний контроль, є дані про відповідність цілям і є тенденції до поліпшення	3	D3
Зосередженість на постійному поліпшенні (Прийнятний ризик)	Застосовується процес поліпшення, добрі результати і стійкі тенденції до поліпшення	4	D4
Найкращі показники (Пренебрежимий ризик, який не погрожує проекту)	Кращі результати за порівнянною оцінкою з відомими еталонами	5	D5

Відповідно до градації станів успішності як міри досконалості проектів (табл. 1), пропонується «модель 5П» – п'яти рівнів досконалості: **Провальний** проект, **Пограничний** ризик, **Помірний** ризик, **Прийнятний** ризик, **Пренебрежимий** ризик. Ця модель є універсальною і може бути застосована для будь-яких проектів та їх складових, що характеризують основні аспекти проектів з позицій менеджменту якості.

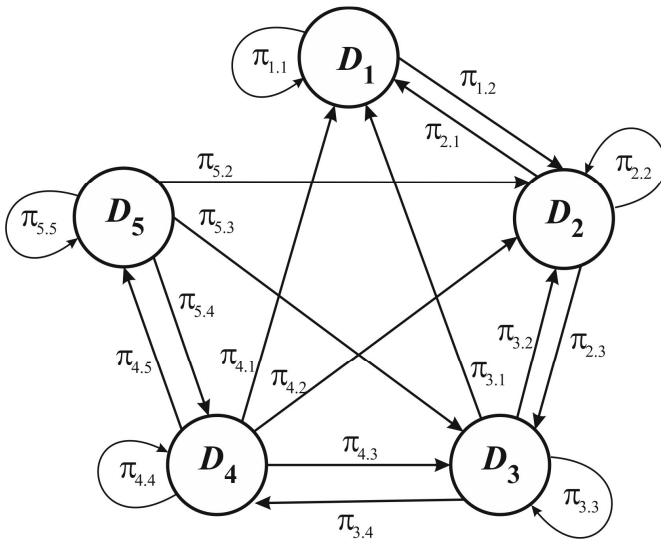


Рисунок 8 – Розмічений граф зміни станів міри досконалості проекту: D_i – дискретні стани; π_{ij} – перехідні ймовірності

Представимо у вигляді графа переходи з одного стану D_i в інші D_j , де позначимо ймовірність π_{ij} $\{i = \overline{1,5}; j = \overline{1,5}; i \neq j\}$ переходів в інші стани, а також ймовірність π_{ii} $\{i = \overline{1,5}; j = \overline{1,5}; i = j\}$ збереження поточних станів (рис. 8). Вказані перехідні ймовірності можна визначити експертними методами.

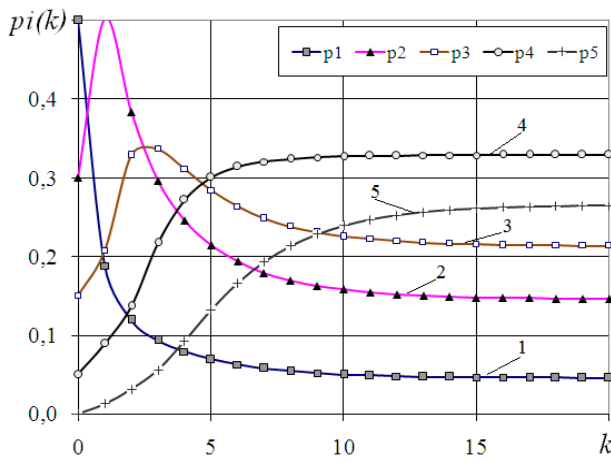
На основі матриці перехідних ймовірностей, за умови, що початковий стан системи відомий, можна знайти ймовірності станів $p_1(k+1)$, $p_2(k+1)$, ... $p_5(k+1)$ після кожного $(k+1)$ -го кроку управлінських дій на систему. Приклад результатів моделювання із застосуванням марківського ланцюга показує можливість здійснення багатовимірної оцінки ймовірності настання певних подій (рис. 9). Поведінка системи визначається матрицею $\|\pi_{ij}\|$ перехідних ймовірностей, яка відбиває деякий стан системи, в якій сформовані передумови зміни станів успішності, як міри досконалості проектів в ході їх виконання. Для інших проектів існуватимуть інші значення елементів матриці $\|\pi_{ij}\|$.

Поведінка системи визначається матрицею $\|\pi_{ij}\|$ перехідних ймовірностей, яка відбиває деякий стан системи, в якій сформовані передумови зміни станів успішності, як міри досконалості проектів в ході їх виконання. Для інших проектів існуватимуть інші значення елементів матриці $\|\pi_{ij}\|$.

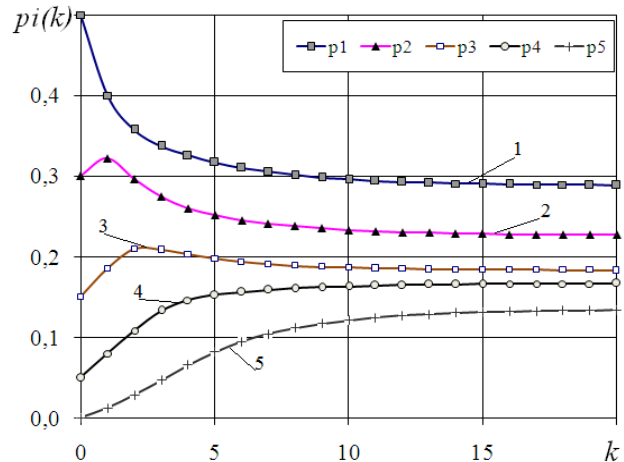
Загальне рішення ланцюга Маркова, що наведений на рис. 8:

$$\begin{pmatrix} p_1(k+1) \\ p_2(k+1) \\ p_3(k+1) \\ p_4(k+1) \\ p_5(k+1) \end{pmatrix}^T = \begin{pmatrix} p_1(k) \\ p_2(k) \\ p_3(k) \\ p_4(k) \\ p_5(k) \end{pmatrix}^T \cdot \begin{pmatrix} \pi_{1,1} & \pi_{1,2} & 0 & 0 & 0 \\ \pi_{2,1} & \pi_{2,2} & \pi_{2,3} & 0 & 0 \\ \pi_{3,1} & \pi_{3,2} & \pi_{3,3} & \pi_{3,4} & 0 \\ \pi_{4,1} & \pi_{4,2} & \pi_{4,3} & \pi_{4,4} & \pi_{4,5} \\ 0 & \pi_{5,2} & \pi_{5,3} & \pi_{5,4} & \pi_{5,5} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p_1(k) \\ p_2(k) \\ p_3(k) \\ p_4(k) \\ p_5(k) \end{pmatrix}^T \cdot \begin{pmatrix} 0,30 & 0,70 & 0 & 0 & 0 \\ 0,10 & 0,45 & 0,45 & 0 & 0 \\ 0,05 & 0,10 & 0,45 & 0,04 & 0 \\ 0,02 & 0,05 & 0,10 & 0,58 & 0,25 \\ 0 & 0,04 & 0,07 & 0,20 & 0,69 \end{pmatrix} \quad (9)$$

Отримані результати показують, що вже на 5-му кроці базового проекту максимальною стає ймовірність стану $p_4(k=5)$, що відповідає рівню успішності проекту з прийнятним ризиком. На 15-му кроці проект виходить до квазістаціонарного стану з наступною ймовірністю станів успішності: $p_1(15) = 0,05$; $p_2(15) = 0,15$; $p_3(15) = 0,22$; $p_4(15) = 0,32$; $p_5(15) = 0,26$. При такому розподілі ймовірностей станів успішності проекту можна чекати, що завершення проекту буде успішним (рис. 9-а).



а – базовий варіант 1 проекту;



б – змінений варіант 2 проекту;

Рисунок 9 – Зміна станів успішності як міри досконалості проекту за різних характеристик системи: $p_i(k)$ – ймовірності станів, $i = 1...5$; k – номер кроку

Рівні міри досконалості, наприклад, в екологічних проектах, можна змінювати за рахунок певних дій управління, шляхом організаційно-технічних і профілактичних заходів, спрямованих на збереження здоров'я населення. Адже при допущенні помилок, а також неправильних діях з боку членів команди проект може перейти в розряд «безнадійних» і не завершитися взагалі.

Розглянемо 2-й варіант початкових даних (рис. 9-б). В матриці перехідних ймовірностей $\|\pi_{ij}\|$ для 2-го варіанту проекту зміни відмічені жирним шрифтом:

$$\|\pi_{ij}\| = \begin{pmatrix} 0,60 & \mathbf{0,40} & 0 & 0 & 0 \\ \mathbf{0,20} & 0,35 & 0,45 & 0 & 0 \\ \mathbf{0,20} & 0,10 & 0,30 & 0,40 & 0 \\ \mathbf{0,20} & 0,05 & 0,10 & 0,40 & 0,25 \\ 0 & 0,04 & 0,07 & 0,20 & 0,69 \end{pmatrix}. \quad (10)$$

Зіставлення варіантів показано на рис. 9. На 15-му кроці проект 2 має такі показники: $p_1(15) = 0,29$; $p_2(15) = 0,23$; $p_3(15) = 0,18$; $p_4(15) = 0,17$; $p_5(15) = 0,13$.

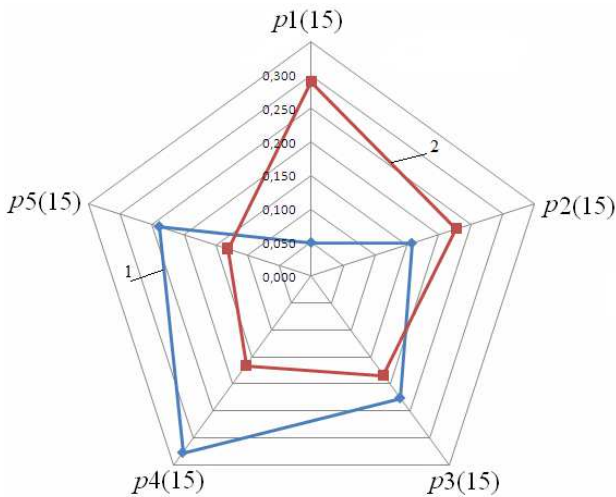


Рисунок 10 – Зіставлення характеристик ризику для різних проектів: 1 – базовий варіант; 2 – удосконалений варіант

При такому розподілі ймовірностей можна очікувати, що завершення проекту не буде успішним. При цьому на усіх кроках проекту (рис. 9-б) має місце нерівність: $p_1(k) > p_2(k) > p_3(k) > p_4(k) > p_5(k)$.

Зіставлення розглянутих вище варіантів проекту, які мають різні рівні міри досконалості, показує, що ці проекти мають різні розподіли ймовірностей станів успішності проектів (рис. 10).

Зважаючи, що ризик проекту може бути визначений як добуток вартісного виразу збитку z_i від певної події і ймовірності $p_i(k)$ настання цієї події, можна записати:

$$R_1(^{(1)}\pi_{ij}\{i=\overline{1,5}; j=\overline{1,5}\}; k=15) = \sum_{i=1}^5 z_i \cdot ^{(1)}p_i(k=15), \quad (11)$$

$$R_2(^{(2)}\pi_{ij}\{i=\overline{1,5}; j=\overline{1,5}\}; k=15) = \sum_{i=1}^5 z_i \cdot ^{(2)}p_i(k=15), \quad (12)$$

де R_1 та R_2 – ризик, відповідно, першого і другого проектів на кроці $k=15$;

z_i – вартісне вираження збитку в певних станах успішності як мірі досконалості проектів, $i = 1 \dots 5$.

Прийmemo в першому наближенні, як приклад, співвідношення між величинами z_i , характерних для кожного стану успішності, як мірі досконалості проектів: $z_2 = 2z_1$; $z_3 = 3z_1$; $z_4 = 4z_1$; $z_5 = 5z_1$.

Підставляючи ці значення до виразів (11) та (12) отримаємо:

$$\begin{aligned} R_1 &= 2,45z_1; \\ R_2 &= 3,38z_1. \end{aligned} \quad (13)$$

Різниця $\lambda = R_1 - R_2 < 0$, що означає справедливості твердження проф. Ю. Л. Воробйова: «Очікувані вигоди і реальні втрати в проектах пропорційні рівню ризику».

Обґрунтування закону, щодо завершення проектів (закон К. В. Кошкіна).

Ринкові умови, а разом з ними і 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. Технологічна зрілість характеризує рівень готовності підприємства до ефективного управління своєю діяльністю і розвитком на основі проектного підходу. Аналіз відомих систем знань і методологій: *PMBok*, *ICB*, *P2M*, *PRINCE2*, а також характеристика проектного, процесного і сценарного підходів в узагальненій методології управління проектами показують, що об'єктивно відбувається розвиток теоретичних засад проектного управління. Все це відбиває тенденцію зростання у сучасних умовах необхідності перегляду традиційних підходів, процесів і структур управ-

ління з переходом до проектного управління організаціями виходячи з теоретичних передумов, сутності, закономірностей і законів, а не на основі інтуїтивних рішень проектних менеджерів.

Твердження проф. Кошкіна К. В. визначає, що у ході виконання проектів через турбулентність оточення і середовища проектів у наслідок дії множини випадкових подій і їхніх наслідків існує варіабельність проектних процесів, що впливають на якість проекту: «Проекти завершуються з різними результатами по відношенню до очікувань».

Загальними причинами варіацій є сумісні дії множини випадкових чинників. Сукупність малих варіацій характерна для стійкої системи. Спеціальними причинами варіацій вважаються випадкові дії на процес (або систему) зовнішніх чинників, не передбачених ходом процесу, що приводить до відхилення параметрів від заданих значень.

Виконаємо класифікацію твердження проф. Кошкіна К. В. 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
Слідство	Результат проекту ніколи не буде співпадати з планом.
Правило	Варіабельність процесів виконання проектів генерує ризики, які стають на заваді щодо успішного завершення проектів.

За наведеною класифікацією можна зробити висновок, що наукове твердження проф. Кошкіна К. В. має всі властивості закону. Воно на якісному рівні встановлює наявність варіабельності у проектах. Для переходу від якісної оцінки до кількісних характеристик проектів пропонується застосувати розроблену уніфіковану марківську модель проектного управління.

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

Результати зміни ймовірностей станів системи по кроках для базового варіанта множини перехідних ймовірностей відображені на рис. 6-а. Ці результати характеризують певний рівень технологічної зрілості організації і компетентності команди проекту, а також середовище та оточення проекту від яких залежить виконання проекту.

При оцінці похибки результатів розрахунків по граничних погрішностях слід мати на увазі, що фактично погрішність результату звичайно менша обчисленої граничної величини. Погрішності вихідних даних часто виявляються різних знаків і почасти можуть компенсувати одне одного. Зазначену компенсацію можна врахувати в умовах імітаційного експерименту.

Прийmemo, 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 в інтервалі $[0, 1]$, одержимо випадкові числа $[-1 < \xi_{ij} < +1]$. Для цього скористаємося формулою перерахунку: $\xi_{ij} = 2 * \text{СЛЧИС}() - 1$.

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

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

де $\pi_{ij}^{(0)}$ – перехідні ймовірності базового варіанту проекту, $i \neq j$.

Величина π_{ij} визначається за рівнянням: $\pi_{ij} = 1 - \sum_{j=1, j \neq i}^m \pi_{ij}$, $\{i = 1, 2, \dots, m\}$.

Результати імітаційного обчислювального експерименту (табл. 2) показують, що при відносній похибці 0,01 у визначенні $\pi_{ij}^{(0)}$ перехідних ймовірностей стандартне відхилення $\Delta = \sigma$ по всіх ймовірностях станів не перевищує 0,5 %.

Таблиця 2 – 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
$D \cdot 10^6$	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

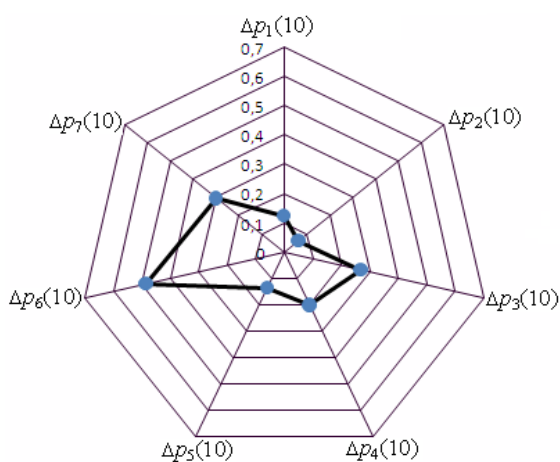


Рисунок 11 – Область варіабельності проектів: $\Delta p_i(10)$ – похибки ймовірності станів на кроці $k=10$

ють, що похибки π_{ij} суттєво впливають на розподіл $p_i(10)$. Тобто, доведено, що результати проектів підкоряються закону завершення проектів, який сформу-

Дисперсія D визначена по формулі:

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

де $p_i(10)$ – ймовірності станів;

$\bar{p}(10)$ – середнє значення ймовірності стану на 10 кроці.

Крок $k=10$ обраний для оцінки у зв'язку з тим, що на даному кроці система ще не вийшла, відповідно до теореми Колмогорова, у область граничних ймовірностей марківського ланцюга.

Наведені на рис. 11 результати імітаційного експерименту для умов варіабельності параметрів проекту показу-

льовано проф. К. В. Кошкіним. Цей висновок отримано за допомогою марківської моделі у імітаційному експерименті. Виявлені закономірності дозволяють відобразити сутність цього явища виразом: «Проекти завершуються з різними результатами по відношенню до очікувань». Тобто існування області варіабельності проектів є об'єктивною закономірністю в галузі управління проектами.

У четвертому розділі: «Аналіз структурної моделі компетенцій з управління проектами», – розроблено метод визначення ядер знань на основі структурного аналізу матриці компетенцій проектних менеджерів; показано, що інтегральний рівень компетентності команди проекту суттєво впливає на хід і траєкторію розвитку проекту.

За національним стандартом України (NCB UA, ver. 3.1) область знань УП, як відомо, охоплює 4 групи компетенцій: технічні (Т), поведінкові (Р), контекстуальні (К) і додаткові компетенції (національні та галузеві). Всі елементи компетенцій мають складні взаємозв'язки і фактично утворюють в сукупності простір знань проектного управління, який є предметом для підготовки менеджерів.

На рис. 12 приведена загальна схема зв'язків у формі орієнтованого графа з агрегування по блокам компетенцій (Т, Р, К) без додаткових компетенцій, що мають характер інтегруючих елементів. Квадратними матрицями є блоки зв'язків між компетенціями $\{t_i \rightarrow t_n, p_j \rightarrow p_m, k_z \rightarrow k_f\}$. Всі інші - мають різні розмірності строк і стовпців, що ускладнює аналіз структури зв'язків. Зв'язкам у системі не властиві операції комутативності:

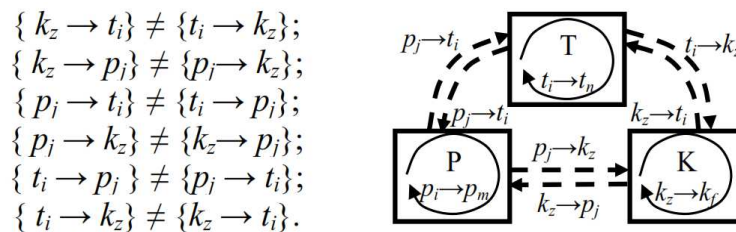


Рисунок 12 - Загальна схема зв'язків компетенцій: Т $\{t_i\}$ – технічні; Р $\{p_j\}$ – поведінкові; К $\{k_z\}$ – контекстуальні;

Кожна з квадратних матриць зв'язків включає певне число компетенцій:

- технічні - 20 елементів: $G_T: T \{t_i; i=1, 2, \dots, 20\};$
- поведінкові - 15 елементів: $G_P: P \{p_j; j=1, 2, \dots, 15\};$
- контекстуальні - 11 елементів: $G_K: K \{k_z; z=1, 2, \dots, 11\},$

де t, p, k – вид компетенцій, i, j, z – число елементів компетенцій в блоці.

Загальна матриця зв'язків основних компетенцій відображається матрицею суміжності розмірністю 46×46 . Додаткові компетенції (NCB ver. 3.1) включають 6 елементів: $G_D: D \rightarrow \{d_l; l=1, 2, \dots, 6\}$. Всього в стандарті NCB (ver. 3.1) позначені 493 зв'язки, в тому числі: 198 технічних; 180 поведінкових і 115 контекстуальних компетенцій. Зазначені властивості матриці компетенцій зумовлюють необхідність дослідження системи не по блокам, а як системну сутність, яка тільки в комплексі відображає ідеологію компетентнісного підходу в управлінні проектами.

Із застосуванням розробленого в розділі 2 методу визначення замкнених циклів у складних системах в роботі виконано аналіз загальної матриці основ-

них компетенцій стандарту NCB (ver. 3.1) і визначено 13 ядер знань, які об'єднують певні елементи компетенцій: 1 – «Цінність»; 2 – «Цілісність»; 3 – «Досяжність»; 4 – «Обов'язковість»; 5 – «Лідерство»; 6 – «Стийкість»; 7 – «Креативність»; 8 – «Продуктивність»; 9 – «Комунікабельність»; 10 – «Творчість»; 11 – «Організованість»; 12 – «Гуманність»; 13 – «Законність».

Зв'язки між ядрами дозволяють відобразити загальну систему компетенцій у формі згорнутої моделі станів, за якими змінюється підсистема компетенцій (знань) у будь-якому проекті (табл. 3). Побудована модель системи знань NCB ver. 3.1 з урахуванням зв'язків між винайденими ядрами знань, що були визначені із загальної матриці компетенцій (рис. 13).

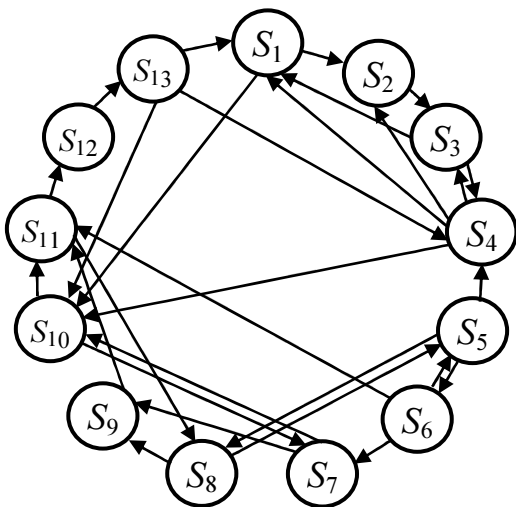


Рисунок 13 – Основні зв'язки між ядрами компетенцій

Таблиця 3 – Матриця суміжності моделі станів ядер компетенцій

		до ядра												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
від ядра	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
	8	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
	11	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	13	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Дослідження особливостей структури зв'язків між елементами компетенцій виконано за таких припущень: зв'язки між елементами системи компетенцій проектних менеджерів об'єктивно існують; структура зв'язків між компетенціями породжує ефект емерджентності, коли сума властивостей системи є більшою ніж сума властивостей окремих елементів; зв'язки в матриці компетенцій слід досліджувати як системну сутність, яка тільки в комплексі відображає емерджентні властивості сукупностей зв'язків і елементів компетенцій; введено нове поняття – «ядро компетенцій», під яким розуміється сукупність компетенцій, в якій всі елементи зв'язані один з одним.

Аналіз структури зв'язків ядер компетенцій за допомогою матриці суперпозиції другого ступеня $\mathbf{W}^2 = \mathbf{R}^2 \cap (\mathbf{R}^2)^T$, показує, що всі ядра компетенцій об'єднуються у 4 комплекси (табл. 4). Матриця суперпозиції $\mathbf{W}^3 = \mathbf{R}^3 \cap (\mathbf{R}^3)^T$, третього ступеня, вже відображає майже повне об'єднання модельної системи, окрім 12 та 13 ядер компетенцій (табл. 5). Майже всі елементи компетенцій зв'язані між собою зв'язками третього порядку.

Сполучення компетенцій в команді проекту. У сучасному проектному менеджменті існує два основних підходи до формування команд. Перший ґрунтується на зміцненні, розвитку і навчанні команд, що існують. Другий, орієнтований на формування команд під конкретний проект для певних робіт проекту.

Таблиця 4 – Матриця суперпозиції другого порядку $W^2 = R^2 \cap (R^2)^T$ моделі станів ядер компетенцій

		до ядра												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
від ядра	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1
	2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	3	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	4	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1
	5	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0
	6	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	7	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
	8	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0
	9	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0
	10	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
	11	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
	12	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1
	13	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0

Таблиця 5 – Матриця суперпозиції третього порядку $W^3 = R^3 \cap (R^3)^T$ моделі станів ядер компетенцій

		до ядра												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
від ядра	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1
	4	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
	5	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	6	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	8	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	9	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
	13	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0

Прийmemo, що компетентність k -го члена команди характеризує якість виконання, покладених на нього функцій при виконанні i -ої операції або роботи проекту. При цьому зазначимо, що стани успіху і провалу проекту складають повну групу несумісних подій. Це означає, що одна з цих подій обов'язково відбудеться, тому сума ймовірностей успіху проекту U і провалу (неуспіху або ризику) R завжди дорівнює одиниці. Ця залежність справедлива також для будь-якої операції або роботи:

Природно, що ймовірності успіху u_i залежить від q_{ik} рівня компетентності k -го члена команди проекту, який виконує i -у операцію або роботу проекту. Якщо значення показника $q_{ik} < 0,7$, то рівень сформованості умінь не є достатнім. При $q_{ik} = 1$, що відповідає найвищому рівню компетентності, можна очікувати що всі дії будуть виконані вірно і ймовірність успіху буде максимальною: $u_i = 1$. Якщо $0 < q_{ik} < 1$ існує ймовірність виникнення ризику r_i . Оскільки q_{ik} таксономія компетентності k -го члена команди характеризує якість виконання покладених на нього функцій при виконанні i -ої операції або роботи проекту, то можна прийняти $u_i = q_{ik}$, тоді ймовірність ризику:

$$r_{ik} = 1 - q_{ik}. \quad (14)$$

Ця залежність буде справедлива для умов роботи команди проекту, коли функції і відповідальність за результат i -ої операції або роботи проекту розділені відповідно до ролей членів команди.

У виконанні i -ої операції або роботи проекту можуть приймати і інші члени команди. При цьому, в силу одночасності події, можна записати вираз:

$$\begin{cases} q_{i(\Sigma k)} = 1 - \prod_{k=1}^n (1 - q_{ik}), \\ r_{i(\Sigma k)} = 1 - q_{i(\Sigma k)}, \end{cases} \quad (15)$$

де $q_{i(\Sigma k)}$ - ймовірності успіху i -ої операції або роботи проекту під час спільної роботи, $n = (\Sigma k)$ число членів команди проекту;
 $r_{i(\Sigma k)}$ - ймовірності ризику i -ої операції або роботи проекту;

Оцінимо результативність індивідуальної та групової форми виконання деякої i -ої операції або роботи проекту. При цьому для спрощення приймемо, що компетентність всіх членів команди однакова: $q_{ik} = 0,8$ для всіх $k = 1, 2, \dots, n$. У цьому випадку ймовірність успіху індивідуальної роботи для $n = 1$ складе:

$$\begin{cases} q_{i(\Sigma k)}|_{n=1} = 1 - \prod_{k=1}^1 (1 - q_{ik}) = 1 - (1 - 0,8) = 0,8; \\ r_{i(\Sigma k)}|_{n=1} = 1 - q_{i(\Sigma k)}|_{n=1} = 1 - 0,8 = 0,2. \end{cases} \quad (16)$$

Якщо в деякій операції беруть участь 2 члени команди, компетентність яких дорівнює $q_{i1} = q_{i2} = 0,8$, то для таких рівнів сформованості умінь з урахуванням (15) отримаємо:

$$\begin{cases} q_{i(\Sigma k)}|_{n=2} = 1 - \prod_{k=1}^2 (1 - q_{ik}) = 1 - (1 - 0,8)(1 - 0,8) = 0,96; \\ r_{i(\Sigma k)}|_{n=2} = 1 - q_{i(\Sigma k)}|_{n=2} = 1 - 0,96 = 0,04. \end{cases} \quad (17)$$

При тих же характеристиках компетентності членів команди для $n = 3$ ймовірність успішності операції складе вже величину $q_{i(\Sigma k)} = 0,99$. З (16) і (17) слідує загальна закономірність:

$$\begin{cases} q_{i(\Sigma k)}|_{n+1} > q_{i(\Sigma k)}|_n \\ r_{i(\Sigma k)}|_{n+1} < r_{i(\Sigma k)}|_n \end{cases} \quad (18)$$

Вираз (18) відображає загальну об'єктивну закономірність про те, що чим більше членів команди беруть участь в процесі генерації інноваційних ідей проекту – тим вище ймовірність успіху. Ймовірність успіху генерації інноваційних ідей проекту тим вище, чим більше членів команди проекту беруть участь в процесі генерації інноваційних ідей проекту.



Рисунок 14 - Класифікація проектів за ступенем унікальності

Управління знаннями в унікальних проєктах. В якості спрощеної моделі розглянемо підхід до класифікації проекту на основі оцінки унікальності проекту для основних зацікавлених сторін проекту – Замовника і Виконавця (рис. 14). Така класифікація проектів за ступенем унікальності для виконавців і замовників, дозволяє зробити висновок про те, що: «В управлінні унікальними проектами жодна команда проекту не буде спочатку володіти достатнім набором компетенцій і обсягом знань для його гарантованої успішної реалізації». Наслідком цього висновку є розуміння, що для

успішного виконання проектів проектна команда повинна безперервно здійснювати трансфер знань в систему із зовнішнього середовища.

Спираючись на концепцію Е. Демінга, щодо існування системи глибинних знань, з урахуванням сутностей – носіїв або власників знань: команди проекту, замовника та системи навчання і тренінгу побудуємо іконографічну модель взаємодії знань в системі управління проектами (рис. 15). Ця модель володіє когнітив-

ними властивостями – за її допомогою можна дослідити особливості управління знаннями.

Трансформуємо цю схему в однорідний ланцюг Маркова, дискретні стани якого відповідають носіям знань: S_1 – замовник, S_2 – команда проекту, S_3 – глибинні знання, S_4 – система навчання. Розмічений орієнтований граф відображає не фізичну взаємодію носіїв знань, а вторинну проекцію цієї комунікації на простір знань.



Рисунок 15 – Когнітивна модель взаємодії знань в проектному управлінні

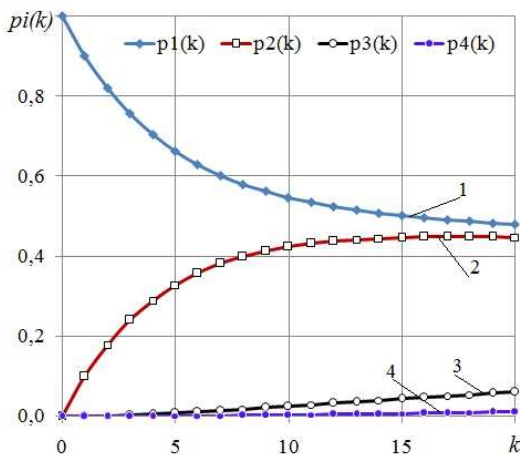


Рисунок 16 – Зміна ймовірностей станів для проекту, коли для замовника і виконавця проект не є унікальним

Пояснимо трансформацію умов взаємодії сутностей проекту в певні значення π_{ij} перехідних ймовірностей. Замовник: у разі не унікального проекту не потребує взаємодії з виконавцем – командою проекту – тому значення $\pi_{1,2} = 0,1$. Основний свій час Замовник спрямовує на роботи ($\pi_{1,1} = 0,9$) по проекту. Виходячи з подібних правил визначались і інші перехідні ймовірності. Для поєднання унікальності проекту, коли і замовник, і команда проекту вміють і знають, що треба робити, визначена матриця перехідних ймовірностей (19). За таких умов ймовірності станів, що пропорційні часу роботи замовника $p1(k)$ і виконавця $p2(k)$

стають на 20 кроці практично однаковими, що означає наявність рівноправного співробітництва (рис. 16). Ймовірності інших станів близькі до нуля, тобто участь системи навчання і «Бази даних глибинних знань» не є необхідними.

$$\|\pi_{i,j}\| = \begin{bmatrix} 0,9 & 0,1 & 0 & 0 \\ 0,1 & 0,88 & 0,01 & 0,01 \\ 0 & 0,01 & 0,99 & 0 \\ 0 & 0,01 & 0,01 & 0,98 \end{bmatrix}. \quad (19)$$

У разі іншого сполучення унікальності для замовника і виконавця треба визначити інші значення π_{ij} перехідних ймовірностей. Дані моделювання показують (рис. 17), що суттєво змінюються параметри виконання проекту і набуття нових знань за рахунок генерування знань. У разі «підключення» глибинних знань

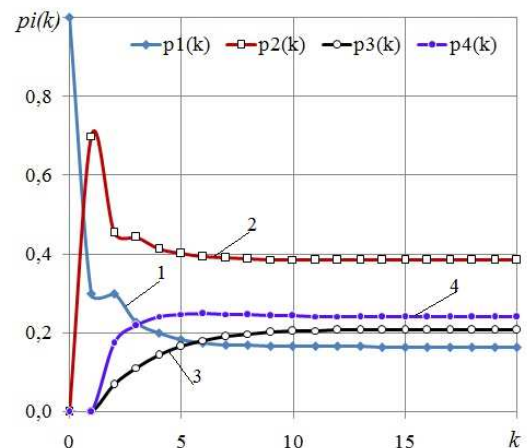


Рисунок 17 - Зміна ймовірностей станів для проекту, коли для виконавця і замовника проект є унікальним з «підключенням» глибинних знань та системи навчання

та звернення до системи навчання матриця перехідних ймовірностей може бути такою:

$$\|\pi_{i,j}\| = \begin{pmatrix} 0,3 & 0,7 & 0 & 0 \\ 0,3 & 0,35 & 0,1 & 0,25 \\ 0 & 0,3 & 0,7 & 0 \\ 0 & 0,3 & 0,1 & 0,6 \end{pmatrix}. \quad (20)$$

Як видно, система навчання, зміна ймовірності стану якої відображена кривою $p_4(k)$, практично стає складовою частиною проекту (рис. 17). Цей висновок є вельми важливим для розуміння підходів формування команд проектів. Особливо це стосується великих проектів, підготовка до яких повинна включати складову навчання і тренінгу команди проекту.

У п'ятому розділі: «Впровадження удосконаленої моделі системи менеджменту якості верстатобудівного підприємства», – розроблені аспекти впровадження отриманих в дисертаційній роботі результатів у ХК МІКРОН®.

Удосконалення моделі В.А. Вайсмана для системи менеджменту якості верстатобудівного підприємства. На вимогу практики виконана розробка структурної моделі станів проектно-керованої організації, що враховує нові положення стандарту ДСТУ ISO 9001:2009 (рис. 18).

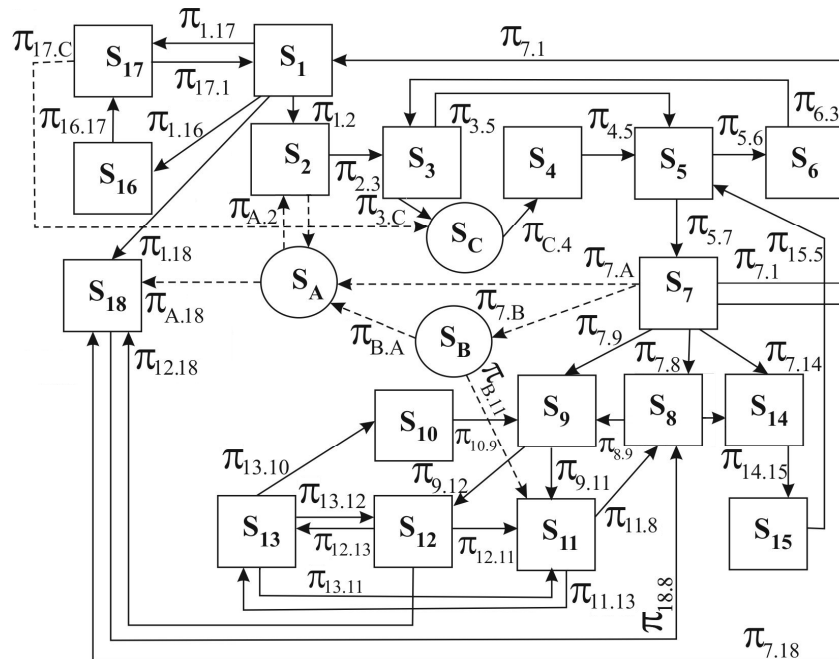


Рисунок 18 - Розмічений орієнтований граф структури системи менеджменту якості підприємства ХК МІКРОН® за стандартом ISO 9001:2009: 1 – відповідальність менеджменту організації; 2 – система управління якістю; 3 – процес управління персоналом; 4 – контроль компетентності персоналу; 5 – управління створенням продукту; 6 – організація процесу підвищення кваліфікації; 7 – процеси взаємодії з замовниками; 8 – процеси проектування продукту; 9 – управління закупівлями; 10 – контроль якості поставок; 11 – управління виробництвом продукту; 12 – процеси контролю та випробування; 13 – процеси управління засобами вимірювальної техніки; 14 – процеси управління документацією; 15 – процеси управління інфраструктурою; 16 – внутрішній аудит; 17 – процеси неперервного поліпшення; 18 – оцінка задоволення вимог замовника; А – критичне аналізування вимог до продуктів; В – супровід продукту; С – відповідальність, повноваження і постійне інформування.

До удосконаленої структури верстатобудівного підприємства включені процеси критичного аналізу вимог до продукції (S_A), супроводження життєвого циклу продукту (S_B) та формування відповідальності, системи повноважень та постійного інформування (S_C) (рис. 18).

Для удосконаленої моделі виконано структурний аналіз властивостей системи: побудована матриця суміжності, обчислені її ступені до $n=10$, визначені матриці досяжності $\mathbf{R}^n \{n \in 1, 2, \dots, 10\}$ та матриці суперпозиції $\mathbf{W}^n \{n \in 1, 2, \dots, 10\}$. Показано, що зі зростанням степенів матриць суміжності вже у матриці суперпозиції $\mathbf{W}^8$ означені три замкнених контури, які перетинаються. Матриця суперпозиції $\mathbf{W}^{10}$ вже відображає один замкнений контур (клас), який включає в себе всі стани. У цьому контурі можливі будь-які переходи між усіма елементами системи; входи до системи відсутні, як і можливість виходу з системи. Тобто, структура взаємодії учасників проекту за удосконаленою схемою управління верстатобудівним підприємством є ергодичною.

Розробка марківської моделі станів проектно-керованої організації.

Для нової удосконаленої схеми розроблено марківську модель, в якій прийнято допущення про постійність перехідних ймовірностей, що є прийнятним, оскільки всі технологічні операції при виробництві продукту виконуються відповідно до затверджених нормативів трудомісткості. На рис. 19 приведені результати

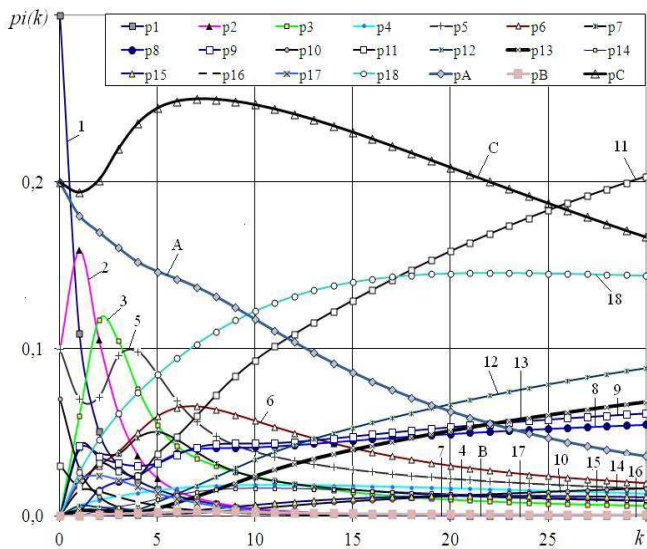


Рисунок 19 – Зміна ймовірностей станів процесів (стати позначені на рис. 18.)

На початковому етапі розробки і впровадження засад ПКО основними процесами є розробка політики і мети в області якості, адміністративне управління (рис. 19, крива 1), створення і впровадження ПКО (крива 2), підготовка персоналу до роботи в нових умовах (криві 2, 3, 5, 6) і критичне аналізування вимог щодо продукції (крива A). Ці процеси становлять основу формування проектно-керованого середовища на підприємстві. Після 10 циклу ймовірності вказаних процесів монотонно зменшуються до значень 0,1 – 3 % часу виконання проекту на 30 кроці. Ймовірність перебування проекту у виробництві відображається кривою 11. Оцінка задоволення споживача на завершальному етапі впровадження ПКО стає одним з процесів, якому слід приділяти увагу: $p_{18}(30) > 0,15$. Як слідує з результатів, що отримані за до-

моделювання станів системи для матриці перехідних ймовірностей, що визначена на основі виробничих регламентів процесів і операцій. Матриця перехідних ймовірностей відповідає деякому рівню досконалості системи управління. За допомогою моделі, як ланцюга Маркова отримані результати, які адекватно відображають тенденції розвитку ПКО. При цьому рівень досконалості визначає для кожного з 21 процесів наявність сукупності перехідних ймовірностей, яка залежить від співвідношення часу виконання процесу і операцій здійснення переходів до інших процесів.

помогою розробленої моделі, процес формування умов відповідальності, розподілу повноважень та інформування (С) слід віднести до основних станів системи.

У шостому розділі: «Моделі управління проектами в різних предметних областях із застосуванням ланцюгів Маркова», – розроблені практичні засади застосування отриманих в дисертаційній роботі моделей і методів.

Трансформація когнітивних карт в моделі марківських процесів для проектів створення програмного забезпечення. Компетентного фахівця відрізняє критичне мислення, здатність серед безлічі рішень вибрати оптимальне, аргументовано спростовувати невірні рішення. Компетентність передбачає постійне оновлення знань і умінь, володіння новою інформацією для успішного вирішення професійних завдань в умовах, коли зовнішнє оточення постійно змінюється. Іншими словами, «компетентність – це здатність до актуального виконання діяльності» як самостійно, так і в складі команди проекту.

Орієнтація на підготовку фахівців нового покоління зумовлює удосконалення методів і моделей навчання, також практичної діяльності. Зміни в підходах до навчання полягають у тому, що необхідно перейти від застиглих схем накопичення знань до навчання діяльності в умовах, що змінюються, соціуму та виробництва. Моделювання складних ситуацій на основі когнітивного аналізу дозволяє вирішити зазначене протиріччя між вимогами до рівня компетентності проектних менеджерів та методами і моделями навчання.

Виконана розробка методу трансформації когнітивних карт в марківські моделі випадкових процесів для розвитку когнітивного аналізу проектів з отриманням кількісних оцінок ймовірностей станів процесів проектів. Вихідним поняттям в когнітивному моделюванні складних процесів є поняття когнітивної карти, яка представляє собою орієнтований зважений граф, в якому:

- вершини відповідають базисним факторам (станам) проекту, які можуть бути верифіковані за допомогою технології *data mining*, що дозволяє відкинути надлишкові чинники, слабо пов'язані з ядром базисних факторів;
- безпосередні зв'язки між факторами відображають причинно-наслідкові ланцюги, по яких поширюються впливи деякого фактора на інші чинники та вважається, що фактори, які входять до умови «якщо ..., тоді ...», впливають на чинники ланцюга, причому цей вплив може бути або позитивним або негативним, або змінного знака залежно від можливих додаткових умов.

Когнітивна карта відображає лише структуру зв'язків між факторами. У ній не відбивається сутність впливу, а також динаміка зміни впливів залежно від зміни ситуації або зміни в часі самих чинників. Відображення цих особливостей, можливо на наступному рівні структуризації інформації в когнітивної моделі. На цьому рівні кожен зв'язок між чинниками може бути розкрито до відповідного рівняння, яке може містити, як кількісні (вимірювані) змінні, так і якісні (нечіткі) вирази. При цьому кількісні змінні входять природним чином у вигляді їх чисельних значень. Кожній якісній змінній ставиться у відповідність сукупність лінгвістичних змінних, що відображають різні стани цієї змінної (наприклад, функціональність програмного продукту може бути «низькою», «задовільною», «вище вимог технічного завдання на проект»), а кожній лінгвістичній змінній відповідає числовий еквівалент за шкалою [0, 1].

Важливим етапом когнітивного моделювання є побудова когнітивної карти, яка представляє собою орієнтований граф, вершинами якого є пов'язані чинники, а дугами – причинно-наслідкові зв'язки між факторами. При цьому знак «+» означає позитивний зв'язок, а «-» відповідає негативному зв'язку.

Розглянемо побудову когнітивної карти на прикладі управління проектом розробки програмного забезпечення. Найбільш поширеним підходом до розробки програмного забезпечення у даний час є версіонування, при якому послідовно виконуються етапи розробки та налагодження програмного коду, а оцінка результату зводиться до формули «як вийде». Такий підхід, як правило, забезпечує розробку при прийнятних витратах і якості, але цей процес включає в себе випадкові помилки і проби, що є «знанням» команди чи конкретних виконавців.

За стандартом SWEBOOK 2004 розробка програмного забезпечення включає в себе використання 10 основних галузей знань (рис. 20):

1. *Software requirements* – програмні вимоги (стан S_1).
2. *Software design* – дизайн (архітектура) (стан S_2).
3. *Software construction* – конструювання програмного забезпечення (стан S_3).
4. *Software testing* – тестування (стан S_4).
5. *Software maintenance* – підтримка програмного забезпечення (стан S_5).
6. *Software configuration management* – конфігураційне управління (стан S_6).
7. *Software engineering management* – управління програмною інженерією (стан S_7).
8. *Software engineering process* – процеси програмної інженерії (стан S_8).
9. *Software engineering tools and methods* – інструменти й засоби (стан S_9).
10. *Software quality* – якість програмного забезпечення (стан S_{10}).

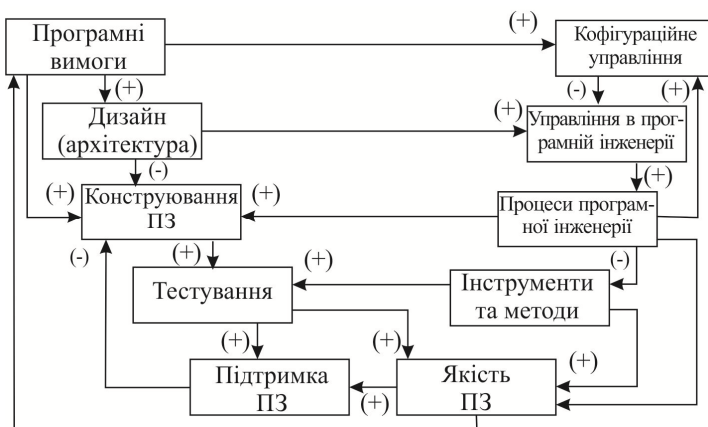


Рисунок 20 – Когнітивна карта розробки програмного забезпечення

Когнітивна карта розробки програмного забезпечення має 10 вершин, що відповідають основним областям знань, компетенціям та зв'язкам між цими вершинами (рис. 20). Фактично вона відображає стани системи і переходи між цими станами. Якщо прийняти, що сума ймовірностей всіх станів дорівнює одиниці, а також те, що переходи з кожного стану до інших є несумісними подіями, то такий граф може бути представлений у вигляді однорідного марківського ланцюга з дискретними станами та часом. Доповнимо орієнтований граф, що відображає когнітивні особливості проектів розробки програмного забезпечення, зв'язками затримки в кожному з 10 станів і отримаємо марківський ланцюг.

Зазначена трансформація когнітивної карти в марківський ланцюг дозволяє перейти від якісних оцінок ходу проектів до кількісних характеристик. При

цьому кількісні оцінки являють собою не тільки багатовекторну картину стану проектів, але й мають властивість прогнозування.

Матриця умовних перехідних ймовірностей для цього марківського ланцюга (рис. 20) матиме вигляд, як наведено на рис. 21-а. Значення перехідних ймовірностей $\pi_{i,j}$ знайдено за допомогою експертних методів (рис. 21-б). На підставі матриці перехідних ймовірностей, за умови, що початковий стан системи відомо, можна знайти ймовірності станів $p_1(k+1)$, $p_2(k+1)$, ..., $p_{10}(k+1)$ після будь-якого k -го кроку (6).

$\pi_{1,1}$	$\pi_{1,2}$	0	0	0	0	0	0	0	$\pi_{1,10}$
0	$\pi_{2,2}$	$\pi_{1,3}$	0	0	0	0	0	$\pi_{1,9}$	0
0	0	$\pi_{3,3}$	$\pi_{3,4}$	0	0	0	0	0	0
0	0	0	$\pi_{4,4}$	$\pi_{4,5}$	$\pi_{4,6}$	0	0	0	0
0	0	$\pi_{5,3}$	0	$\pi_{5,5}$		0	0	0	0
$\pi_{6,1}$	0	0	0	$\pi_{6,5}$	$\pi_{6,6}$	0	0	0	0
0	0	0	$\pi_{7,4}$	0	0	$\pi_{7,7}$	0	0	0
0	0	$\pi_{8,3}$	0	0	$\pi_{8,6}$	$\pi_{8,7}$	$\pi_{8,8}$	0	0
0	0	0	0	0	0	0	$\pi_{9,8}$	$\pi_{9,9}$	0
0	0	0	0	0	0	0	0	$\pi_{10,9}$	$\pi_{10,10}$

а)

0,4	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0,2
0	0,5	0,3	0	0	0	0	0	0,2	0
0	0	0,6	0,4	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0,4	0,4	0,2	0	0	0	0
0	0	0,6	0	0,4	0	0	0	0	0
0,1	0	0	0	0,2	0,7	0	0	0	0
0	0	0	0,3	0	0	0,7	0	0	0
0	0	0,1	0	0	0,15	0,3	0,45	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,8	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0,4

б)

Рисунок 21 – Матриця умовних перехідних ймовірностей (а) та значення перехідних ймовірностей $\pi_{i,j}$ для марківського ланцюга проектів розробки програмного забезпечення (б)

На рис. 22 показано результати моделювання станів системи для вихідної матриці умовних перехідних ймовірностей. Отримані ймовірності станів дозволяють прогнозувати та оцінювати результативність виконання проектів. Слід зазначити, що по мірі виконання проекту ступінь ресурсоємності окремих процесів може змінюватись.

Для даного рівня компетентності та організованості команди проекту, відповідних сукупності значень перехідних ймовірностей, визначених експертним методом, можна зробити наступні висновки. Найбільша ймовірність стану для умов $\pi_{3,4} = 0,4$ після 10-го кроку відповідає процесу 3 – «Конструювання програмного забезпечення» (рис. 22) Далі найбільш ресурсоємними є процеси 4 і 5. «Управління якістю програмного забезпечення» також можна віднести до найбільш важливих процесів – крива 6.

Для умов $\pi_{3,4} = 0,3$ після 10-го кроку картина результативності проекту істотно змінюється - основними витратними процесами за часом стають процеси 4 (Тестування) та 5 (Підтримка програмного забезпечення). На третю і четверту позицію відповідно до затрат часу переміщаються, відповідно, процеси 3 (Конструювання програмного забезпечення) та 6 (Управління якістю програмного забезпечення) (рис. 23).

Класичні методи управління перестають працювати у випадках, коли структура і властивості об'єкта управління нам не відомі і / або змінюються в часі. Ці підходи також не допоможуть, якщо поточні властивості об'єкту не дозволяють йому розвиватися з необхідними характеристиками. Якщо команда проекту не може забезпечити необхідну ефективність і тому постійно працює в режимі авралу, то це призводить не до зростання продуктивності, а до відходу професіоналів з проекту.

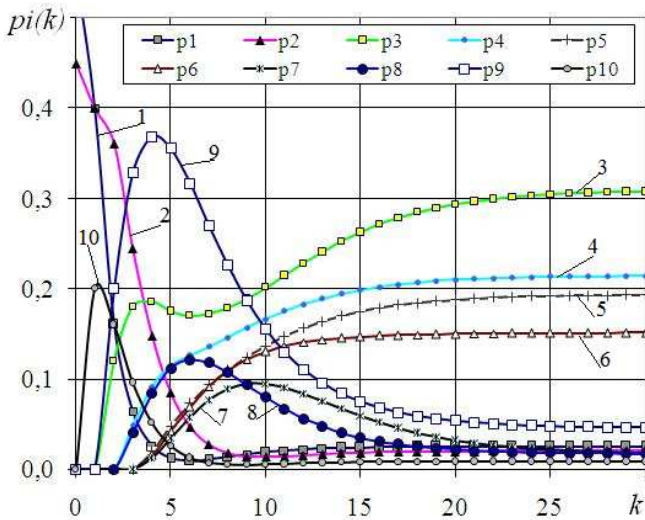


Рисунок 22 – Зміна ймовірності станів процесів для умов $\pi_{3,4} = 0,4$

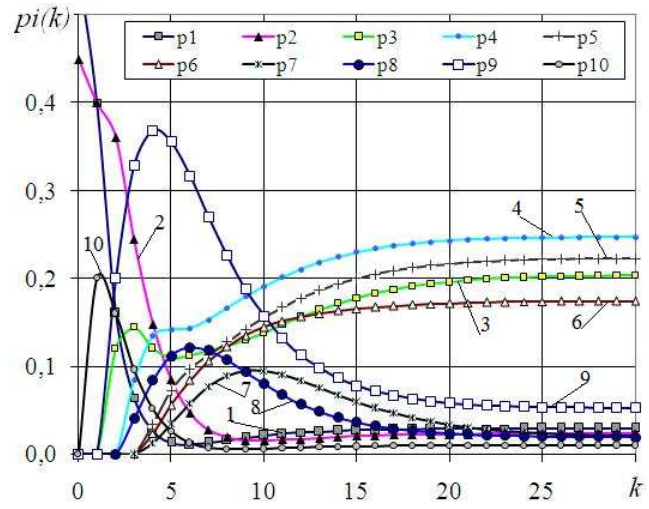


Рисунок 23 – Зміна ймовірності станів процесів для умов $\pi_{3,4} = 0,3$

В роботі також представлено прикладні аспекти дослідження об'єктів проектного управління: створена марківська модель оцінки ефективності надання медичних послуг; виконано моделювання стратегічного управління міжнародною діяльністю університету; досліджені особливості впровадження проектів формування та управління іміджем навчального закладу; виконана оцінка компетентності персоналу сталеплавильної печі в проекті комп'ютерного тренажера. Зазначені приклади відображають ефективність застосування в різних предметних областях розроблених моделей і методів структурного та параметричного аналізу організаційно-технічних систем управління проектами.

ВИСНОВКИ

В дисертації вирішена актуальна науково-прикладна проблема теоретичного обґрунтування моделей і методів структурного та параметричного аналізу організаційно-технічних систем управління проектами / програмами / портфелями проектів для моделювання траєкторій розвитку проектів.

Отримані наступні результати.

1 *Внесок у теоретичні основи проектного управління:*

1.1 Для розв'язання задачі структурного аналізу топологічних схем проектів обґрунтовано і розроблено аналітичний метод, заснований на використанні специфічних властивостей матриць суміжності, для визначення замкнених циклів в складних системах управління.

1.2 Доведено, що розроблений метод структурного аналізу орієнтованих графів є придатним для визначення умов існування зворотних і неповоротних структур у орієнтованих графах і дозволяє виконувати перевірку ергодичності схем проектного управління. Підтверджена гіпотеза про ергодичність структури взаємодії учасників проекту.

1.3 Створено нову уніфіковану марківську модель проектів для моделювання кількісних характеристик проектів, а саме, зміни ймовірностей станів системи у ході виконання проекту. Застосування такого підходу дає змогу виявля-

ти необхідну кількість проектних кроків задля досягнення конкретної мети проектів та виявляти існуючі протиріччя і конфлікти в командах проектів.

1.4 На підставі розроблених методів структурного та параметричного аналізу організаційно-технічних систем отримала подальший розвиток наукова складова теорії проектного менеджменту у формі обґрунтування на новій доказовій базі основних законів: ініціації проектів (закон Бушуєва С. Д.), контролю параметрів процесів проекту (закон Воробйова Ю. Л.), завершення проектів (закон Кошкіна К. В). Створена нова науково обґрунтована доказова база на основі типових схем управління проектами / програмами / портфелями проектів, що відрізняє отримані результати від попередніх вербальних формулювань законів.

1.5 Введено нове поняття – «ядро знань (компетенцій)» – сукупності елементів компетенцій. Розроблено метод виділення ядер знань. Показано, що загальна матриця компетенцій (*NCB UA, ver. 3.1*) містить 13 ядер знань: цінність; цілісність; досяжність; обов'язковість; лідерство; стійкість; креативність; продуктивність; комунікабельність; творчість; організованість; гуманність; законність.

2 Вклад в методи управління проектами / програмами / портфелями:

2.1 Виконано вдосконалення моделі В. А. Вайсмана для системи менеджменту якості машинобудівного підприємства відповідно до нового стандарту *ISO 9001:2009*. Структура ПКО доповнена новими станами: стан критичного аналізу вимог щодо продукції (S_A), супроводу продукту упродовж життєвого циклу (S_B), формування відповідальності, повноважень та інформування (S_C). Для нової удосконаленої структури станів організації верстатобудівного підприємства доведено, що її структура є ергодічною.

2.2. Доведено, що застосування марківських ланцюгів для визначення ймовірностей станів технічних або соціальних систем ґрунтується на структурній і параметричній подібності оригіналів цих систем їхнім відображенням – марківським моделям. Показано, що за допомогою марківських моделей можуть бути представлені різні організаційно-технічні та соціальні системи, а саме: система менеджменту якості проектно-керованої організації, яка враховує топологію системи і особливості процесів верстатобудівного виробництва; проекти надання медичних послуг та послуг страхової медицини; іміджеві проекти, які стосуються діяльності вищих навчальних закладів та їх існування в умовах сучасної конкуренції на ринку освітніх послуг.

2.3. Досліджено особливості управління знаннями в проектах для різних сполучень унікальності проектів для основних зацікавлених сторін – Замовника та Виконавця проекту (команди). Встановлено, що за допомогою когнітивної марківської моделі системи можна кількісно оцінити результативність проектів у разі прийняття до уваги чотирьох сутностей проектно-керованої системи: Замовника та Виконавця проекту (команди), системи навчання та системи глибинних знань. Показано, як суттєво змінюються параметри виконання проекту, а також характеристики набуття нових знань за рахунок генерування знань у наслідок використання «системи глибинних знань» (за Е. Демінгом). Система навчання практично стає складовою частиною проекту, тому для успішного виконання проектів

проектна команда повинна безперервно здійснювати трансфер знань в систему із зовнішнього середовища.

2.4 Розроблено марківську модель базової схеми взаємодії учасників проектів, відповідно до ГОСТ Р 54869 – 2011. Виконана параметрична ідентифікація моделі та аналіз параметричної чутливості. Показано, що марківська модель достовірно відображає поведінку системи за різних початкових даних.

3 Створення передумов для подальших досліджень:

3.1 Результати дисертаційного дослідження можуть бути основою для подальшого розвитку теоретичних засад проектного менеджменту у контексті використання створеної доказової бази у формі моделей і методів структурного та параметричного аналізу організаційно-технічних систем управління для пошуку і обґрунтування інших законів і правил в галузі управління проектами.

3.2 Моделі і методи структурного та параметричного аналізу організаційно-технічних систем управління проектами / програмами / портфелями проектів є внеском в розвиток та удосконалення діяльності, спрямованої на підвищення технологічної зрілості організацій в галузі управління проектами.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковано основні результати дисертації

1. Колесникова, Е. В. Методы оценки качества технических систем / Е. В. Колесникова, Г. В. Кострова, И. В. Прокопович // Тр. Одес. политехн. ун-та. – 2007. – № 1(27). – С. 128 – 130.

Видання включено до МНБ – Ulrich's, Science Index.

2. Колесникова, Е. В. Оценка эффективности решений по управлению процессом выплавки стали / Е. В. Колесникова, И. В. Прокопович, А. С. Лопаков // Тр. Одес. политехн. ун-та. – 2010. – № 1(33 – 34). – С. 155 – 157.

Видання включено до МНБ – Ulrich's, Science Index.

3. Колеснікова, К. В. Оптимізація структури управління проектно керованої організації / К. В. Колеснікова, В. О. Вайсман // Вісник СевНТУ: збірник наукових праць. Серія: Автоматизація процесів та управління. – Вип. 125 – Севастополь : СевНТУ, 2012. – С. 218 – 221.

4. Колесникова, Е. В. Разработка марковской модели состояний проектно управляемой организации / Е. В. Колесникова, В. А. Вайсман, С. А. Величко // Сучасні технології в машинобудуванні: збірник наукових праць. – 2012. – Вип.7. – Харків, НТУ «ХПІ». – С. 217 – 223.

5. Vaysman, V. A. The planar graphs closed cycles determination method / V. A. Vaysman, D. V. Lukianov, K. V. Kolesnikova // Тр. Одес. политехн. ун-та. – 2012. – № 1(38). – С. 222 – 227.

Видання включено до МНБ – Ulrich's, Science Index.

6. Олех, Т. М. Методы оценки проектов и программ / Т. М. Олех, А. Г. Оборская, Е. В. Колесникова // Тр. Одес. политехн. ун-та. – 2012. – № 2 (39) – С. 213 – 220.

Видання включено до МНБ – Ulrich's, Science Index.

7. Колеснікова, К. В. Матричная диаграмма и «сильная связность» индикаторов ценности в проектах / К. В. Колеснікова, Т. М. Олех // Электротехнические и компьютерные системы. – № 7(83). – К. : Техніка, 2012. – С. 148 – 153.

Видання включено до МНБ – Ulrich's, Science Index.

8. Колеснікова, К. В. Визначення ядер знань поведінкових компетенцій фахівців з управління проектами / К. В. Колеснікова, Д. В. Лук'янов, С. В. Руденко // Вісник НУК. – № 5 – 6. – Миколаїв : НУК, 2012. – С. 84 – 88.

9. Руденко, С. В. Сетевые процессы управления проектами в контексте отображения состояний проекта / С. В. Руденко, Е. В. Колесникова, В. И. Бондарь // Проблемы техники. – 2012. – № 4. – С. 61 – 67.

10. Розробка марківської моделі зміни станів пацієнтів в проектах надання медичних послуг / С. В. Руденко, М. В. Романенко, О. Г. Катуніна Е. В. Колеснікова // Управління розвитком складних систем. – 2012. – № 12. – С. 86 – 89.

Видання включено до МНБ – Ulrich's, BASE.

11. Колесникова, Е. В. Управление знаниями в IT-проектах / Е. В. Колесникова, А. А. Негри // Вост.-Европ. журнал передовых технологий. – 2013. – № 1/10 (61). – С. 213 – 215.

Видання включено до МНБ – Index Copernicus; Science Index; DOAJ; WorldCat; Ulrich's; DRIVER; BASE; Electronic Journals Library.

12. Колеснікова, К. В. Моделювання стратегічного управління міжнародною діяльністю університету / К. В. Колеснікова, С. М. Гловацька, С. В. Руденко // Проблеми техніки. – № 1. – 2013. – С. 95 – 101.

13. Ма Фен. Марковская модель процесса формирования и управления имиджем учебного заведения / Ма Фен, С. Н. Гловацкая, Е. В. Колесникова // Проблеми техніки. – 2013. – № 3. – С. 142 – 151.

14. Руденко, С. В. Анализ результатов реализации технико-экономической природоохранной региональной программы / С. В. Руденко, Е. В. Колесникова, Т. М. Олех // Проблеми техніки. – № 2. – 2013. – С. 161 – 169.

15. Руденко, С. В. Модель оценки эффективности портфеля проектов / С. В. Руденко, С. В. Гловацкая, Е. В. Колесникова // Вісник ОНМУ. – 2013. – № 2 (38). – С. 149 – 151.

16. Колесникова, Е. В. Оценка компетентности персонала сталеплавильной печи в проекте компьютерного тренажера / Е. В. Колесникова // Вост.-Европ. журнал передовых технологий. – 2013. – № 5/1 (65). – С. 45 – 48.

Видання включено до МНБ – Index Copernicus; Science Index; DOAJ; WorldCat; Ulrich's; DRIVER; BASE; Electronic Journals Library.

17. Вайсман, В. О. Сучасна концепція проектно-орієнтованого командного управління підприємством / В. О. Вайсман, К. В. Колеснікова, В. В. Натальчишин // Сучасні технології в машинобудуванні: зб. наук. праць. – 2013. – Вип. 8. – НТУ «ХП». – С. 246 – 253.

18. Рязанцев, В. М. Модель развития проектов карточного обслуживания клиентов банка / В. М. Рязанцев, Е. В. Колесникова, А. А. Негри // Зб. наук. пр. національного університету кораблебудування. – 2013. – №2. – С. 101 – 104.

19. Масленникова, К. С. Складники поведінкової компетенції учасників команди проекту на засадах компетентнісного підходу / Е. С. Масленникова,

К. В. Колеснікова // Управління розвитком складних систем. – 2013. – №14. – С. 48 – 51.

Видання включено до МНБ – Ulrich's, BASE.

20. Колесникова, Е. В. Теория проектного управления: закон контроля параметров риска / Е. В. Колесникова // Вісник Одеського національного морського університету. – 2013. – № 3 (39). – С. 220 – 232.

21. Колесникова, Е. В. Моделирование структур управления программами проектов в организационно-технических системах / Е. В. Колесникова // Вісник Одеського національного морського ун-ту. – 2014. – № 1(40). – С. 228 – 235.

22. Колесникова, Е. В. Фрактальная размерность как мера трансформации серийной проектной деятельности в операционную / Е. В. Колесникова, И. И. Становская // Тр. Одес. политехн. ун-та. – 2013. – № 2(41). – С. 282 – 288.

Видання включено до МНБ – Ulrich's, Science Index.

23. Колесникова, Е. В. Моделирование слабо структурированных систем проектного управления / Е. В. Колесникова // Тр. Одес. политехн. ун-та. – 2013. – № 3 (42). – С. 127 – 131.

Видання включено до МНБ – Ulrich's, Science Index.

24. Колеснікова, К. В. Аналіз структурної моделі компетенцій з управління проектами національного стандарту України / К. В. Колеснікова, Д. В. Лук'янов // Управління розвитком складних систем. – 2013. – №13. – С. 19 – 27.

Видання включено до МНБ – Ulrich's, BASE.

25. Колесникова, Е. В. Трансформация когнитивных карт в модели марковских процессов для проектов создания программного обеспечения / Е. В. Колесникова, А. А. Негри // Управління розвитком складних систем. – 2013. – №15. – С. 30 – 35.

Видання включено до МНБ – Ulrich's, BASE

26. Колеснікова, К. В. Розвиток теорії проектного управління: обґрунтування закону К. В. Кошкіна щодо завершення проектів / К. В. Колеснікова // Управління розвитком складних систем – 2013. – № 16. – С. 38 – 45.

Видання включено до МНБ – Ulrich's, BASE

27. Колеснікова, К. В. Розвиток теорії проектного управління: обґрунтування закону ініціації проектів / К. В. Колеснікова // Управління розвитком складних систем. – 2014. – № 17. – С. 24 – 31.

Видання включено до МНБ – Ulrich's, BASE

28. Колесникова, Е. В. Развитие теории проектного управления: закон Ю.Л. Воробьева о влиянии риска на успешность портфеля проектов / Е. В. Колесникова // Управління розвитком складних систем. – 2014. – № 18. – С.62 – 67.

Видання включено до МНБ – Ulrich's, BASE.

29. Markow's model in project management communications in organizational i technical systems (Zarządzanie projektami w systemach organizacyjnych i technicznych – model komunikacji Markowa) / Katarzyna V. Kolesnikowa, Olena V. Vlasenko, Dmytro V. Lukyanow, Tatiana M. Olech // W. : «Społeczno-ekonomiczne uwarunkowania zarządzania i administracji – innowacyjność, komunikacja». Pod red. M. Duczmala, T. Pokusy, Wyd. WSZiA, Instytut Śląski, Opole, 2013. – S. 223 – 232.

Наукова монографія

30. 该机构的形象工程项目管理：專著/麻吹風機，謝爾蓋·魯堅科，葉卡捷琳娜娜科列斯尼科娃。 – 中國：濟南市，2014年 – 84頁 [Проектное управление имиджем учебного заведения : Монография / Ма Фен, Сергей Руденко, Екатерина Колесникова. – Китай : Цзинань, 2014. – 84 с.]

Опубліковані праці апробаційного характеру

31. Колесникова, Е. В. Реализация составляющей управления персоналом – обучения и повышения квалификации на тренажерах / Е. В. Колесникова, Ю. А. Быстров // Матеріали наук.-метод. семінару «Шляхи реалізації кредитно-модульної системи». – Одеса : Наука і техніка, 2006. – С.27 – 28

32. Колесникова, Е. В. Основные задачи инженерии знаний для сталеплавильного производства / Е. В. Колесникова, А. С. Лопачов // Материалы XV семинара «Моделирование в прикладных науч. исслед.». – Одесса : ОНПУ, 2008. – С. 13 – 15.

33. Колеснікова, К. В. Концептуальні засади побудови автоматизованої системи тренінгу персоналу дугової сталеплавильної печі / К. В. Колеснікова // Шляхи реалізації кредитно-модульної системи: матер. наук.-метод. семінару. – Одеса: ОНПУ, 2010. – Вип.4 – С. 30 – 38.

34. Олех, Т. М. Профилирование ценности в проектах на основе индикаторов 5«Е» и 2«А» / Т. М. Олех, Е. В. Колесникова // Комп'ютерні науки: освіта, наука, практика: міжнар. наук.-техн. конф. – Миколаїв : НУК, 2012. – С. 104 – 107.

35. Лук'янов, Д. В. Метод структурного аналізу компетенцій NCB / Д. В. Лук'янов, К. В. Колеснікова, В. Д. Гогунський // Управління проектами у розвитку суспільства. – К. : КНУБА, 2012. – С. 135 – 136

36. Лук'янов, Д. В. Розробка посадових інструкцій проектних менеджерів за компетенціями національного стандарту / Д. В. Лук'янов, С. О. Величко, К. В. Колеснікова // Шляхи реалізації кредитно-модульної системи: матер. наук.-метод. семінару. – О. : Наука і техніка, 2012. – № 6. – С. 61 – 65.

37. Колесникова, Е. В. Экстремальное управление проектами / Е. В. Колеснікова, А. А. Негри // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Управління проектами: стан та перспективи». – Миколаїв : НУК, 2012. – С. 135 – 136.

38. Колесникова, Е. В. Когнитивные модели слабо структурированных проектов создания программных продуктов // Материалы XX семинара «Моделирование в прикладных научных исследованиях». – Одесса : ОНПУ, 2012. – С. 48 – 50.

39. Вайсман, В. О. Управління персоналом підприємства в проектно-керованій організації / В. О. Вайсман, С. О. Величко К. В. Колеснікова // Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві: зб. наук. праць. – 2012. – № 1. – С. 19 – 24.

40. Вайсман, В. О. Сучасна концепція проектно-орієнтованого командного управління підприємством / В. О. Вайсман, К. В. Колеснікова // Матеріали IX міжнародної науково-практичної конференції «Управління проектами: стан та перспективи». – Николаев : НУК, 2013. – С. 47 – 50.

41. Колесникова, Е. В. Проектно-ориентированное компетентностное обучение сталеваров на тренажере // Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Автоматизация: проблемы, идеи, решения». – Севастополь, СевНТУ, 2013. – С. 46 – 48.

42. Колесникова, Е. В. Когнитивное моделирование проектов разработки программных продуктов // Материалы международной научно-практ. конф. «Инфор-

мационные технологии и информационная безопасность в науке, технике и образовании: ИНФОТЕХ – 2013», Севастополь, 9 – 13 сентября 2013. – С. 12 – 14.

43. Колеснікова, К. В. Концепція компетентнісного навчання / К. В. Колеснікова // Шляхи реалізації кредитно-модульної системи: Матеріали наук.-метод. семінару. – Вип. 7. – О. : Наука і техніка, 2013. – С. 42 – 47.

44. Колесникова, Е. В. Когнитивный анализ и моделирование сложных процессов для формирования профессиональных компетенций / Е. В. Колесникова, А. А. Негри, С. В. Ткачук // Матеріали наук.-метод. семінару «Шляхи реалізації кредитно-модульної системи організації навчання». – 2013. – Вип. 7. – С. 105 – 110.

45. Руденко, С. В. Ідентифікація марківської моделі управління медичними проектами / С. В. Руденко, О. Г. Катуніна, К. В. Колеснікова // Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві: зб. наук. пр. – 2013. – № 2. – С. 243 – 249.

46. Колесникова, Е. В. Прикладные аспекты применения цепей Маркова для моделирования слабо структурированных систем проектного управления / Е. В. Колесникова // Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві: зб. наук. пр. – 2014. – № 4(5). – С. 77 – 82.

47. Руденко, С. В. Аспекты практического управления имиджем учебного заведения / С. В. Руденко, Е. В. Колесникова, Ма Фен // Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві: зб. наук. пр. – 2014. – № 2(7). – С. 216 – 227.

48. Колеснікова, К. В. Марківські ланцюги - універсальний засіб моделювання проектів / К. В. Колеснікова // Матеріали Х міжнар. наук.-практ. конф. «Управління проектами: стан та перспективи». – Миколаїв: НУК, 2014. – С. 134 – 136.

***Опубліковані праці, у яких додатково відображені наукові результати
дисертаційного дослідження***

49. Колеснікова, К. В. Управління проектами. Практикум / К. В. Колеснікова, В. І Бондар. – Одеса : ООО «Елтон», 2013. – 120 с.

50. Колеснікова, К. В. Управління проектами : Конспект лекцій / К. В. Колеснікова, В. І. Бондар, Н. В. Лозієнко - Одеса : ООО «Елтон», 2014. – 167 с.

АНОТАЦІЯ

Колеснікова, К.В. Методологія структурного та параметричного аналізу систем проектного управління. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.22 – Управління проектами і програмами. – Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова МОН України, Миколаїв, 2015.

Дисертацію присвячено науковому обґрунтуванню та вирішенню науково-прикладної проблеми розробки методології структурного та параметричного аналізу систем проектного управління.

Існуюче математичне забезпечення не дозволяє розв'язати існуюче протиріччя між вимогами щодо ефективності систем управління проектами / програмами / портфелями і завданнями кваліфікованої підтримки прийняття проектних рішень. Тому розробка теоретичних основ побудови моделей для проактивного управління проектами / програмами / портфелями за рахунок використання моделей, що відображають суттєві ознаки досліджуваних систем є актуальною задачею проек-

тного менеджменту. У роботі розроблено нову методологію структурного та параметричного аналізу систем проектного управління для моделювання траєкторій розвитку проектів, що включає сукупність моделей і методів організаційного управління, які формують феноменологічне відображення ходу і результативності проектів. Це дозволяє завчасно оцінювати очікуваний рівень успішності проектів. Розроблено типові марківські моделі зміни станів систем проектного управління з дискретними станами і часом. Виконано обґрунтування основних законів проектного управління на основі типових схем управління проектами / програмами / портфелями проектів.

Ключові слова: проектне управління, ланцюг Маркова, ергодичність, закони проектного менеджменту, орієнтований граф, матриця суміжності, перехідні ймовірності.

АННОТАЦИЯ

Колесникова Е.В. Методология структурного и параметрического анализа систем проектного управления. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.22 – Управление проектами и программами. - Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова МОН Украины, Николаев, 2015.

Диссертация посвящена научному обоснованию и решению научно-прикладной проблемы разработки методологии структурного и параметрического анализа систем проектного управления.

Существующее математическое обеспечение не позволяет разрешить существующее противоречие между требованиями к эффективности систем управления проектами / программами / портфелями и задачами квалифицированной поддержки принятия проектных решений. Поэтому разработка теоретических основ построения моделей для проактивного управления проектами / программами / портфелями за счет использования моделей, отражающих существенные признаки исследуемых систем, является актуальной задачей проектного менеджмента. В работе разработана новая методология структурного и параметрического анализа систем проектного управления для моделирования траекторий развития проектов, включая совокупность моделей и методов организационного управления, которые формируют феноменологическое отображение хода и результативности проектов. Это позволяет заблаговременно оценивать ожидаемый уровень успешности проектов. Разработаны типовые марковские модели изменения состояний систем проектного управления. В работе предложен аналитический метод определения замкнутых контуров ориентированного графа. Наличие замкнутых контуров подтверждает эргодичность базовых схем проектного управления. Возможность аналитического определения замкнутых контуров в ориентированных графах позволяет автоматизировать анализ различных сложных структур проектного управления и является основой для построения информационно-аналитической системы поддержки принятия решений.

С помощью разработанного метода выполнен анализ матрицы компетенций национального стандарта Украины (NCB UA), выделены 13 ядер знаний, позволяющие обоснованно формировать команды проектов и стратегию обучения проектных менеджеров.

Выполнено обоснование основных законов проектного управления, а именно, закона инициации проектов (закон Бушуева С.Д.), закона контроля параметров риска (закон Воробьева Ю.Л.), закона завершения проектов (закон К.В. Кошкина), с помощью научно обоснованной доказательной базы на основе типовых схем управления проектами / программами / портфелями, с использованием математического аппарата Марковских цепей.

Практическая ценность работы состоит в возможности использования предложенных марковских моделей в различных предметных областях: разработка IT-проектов, международная деятельность учебных заведений, разработка имиджевых проектов, разработка проектов предоставления медицинских услуг и т.д.

Ключевые слова: проектное управление, цепь Маркова, эргодичность, законы проектного менеджмента, ориентированный граф, матрица смежности, переходные вероятности.

ABSTRACT

Kolesnikova K.V. The methodology of structural and parametric analysis of project management systems. - Manuscript.

The dissertation for the degree of doctor of technical sciences in specialty 05.13.22 - Management of projects and programs. – Admiral Makarov National University of Shipbuilding MES of Ukraine, Nikolayev, 2015.

The dissertation is devoted to scientific substantiation and solving scientific and applied problems of development methodology of structural and parametric analysis of project management.

Existing mathematical software can't solve the existing contradiction between the demands on the effectiveness of project management / program / portfolio and skilled tasks support decision-making project. Therefore, the development of theoretical foundations of models for proactive management of projects / programs / portfolios through the use of models that reflect the essential features of the systems is the important task of project management. The paper developed a new methodology of structural and parametric analysis of project management systems to simulate trajectories of development projects, including a set of models and methods of organizational management, which form the phenomenological reflection of progress and impact of projects. This allows you to evaluate in advance the expected level of success of the project. Unified Markov model state changes project management systems with discrete states and times. Completed study the fundamental laws of project management based on standard management schemes of projects / programs / portfolios.

Keywords: project management, Markov chain, ergodicity, project management laws, directed graph, adjacency matrix, transition probabilities.