

УДК 005:8

**Москалюк А.Ю.**, ст. викладач,**Чернега Ю.С.**, асистент,**Гогунський В.Д.**, д.т.н., проф.,

кафедра управління системами безпеки життєдіяльності,

Одеський національний політехнічний університет

## УПРАВЛІННЯ ІНІЦІАЦІЄЮ ПРОЕКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МАРКІВСЬКОЇ МОДЕЛІ

*А.Ю. Москалюк, Ю.С. Чернега, В.Д. Гогунський. Управління ініціацією проектів за допомогою марківської моделі.* Розглянуто особливості використання марківської моделі оцінки результативності проектів щодо створення умов безпеки виробництва, яка відрізняється від відомих феноменологічним відображенням станів підприємства у залежності від множини різнорідних якісних та кількісних параметрів, які формують узагальнений показник рівня охорони праці, що дозволяє визначити ступень потреби у проекті створення безпечних умов праці. Розроблена принципова схема застосування марківської моделі під час управління ініціацією проектів.

**Ключові слова:** проекти; управління; ініціація; охорона праці; безпека персоналу.

*А.Ю. Москалюк, Ю.С. Чернега, В.Д. Гогунський. Управление инициацией проектов с помощью марковской модели.* Рассмотрены особенности использования марковской модели для оценки результативности проектов по созданию условий безопасности производства, которая отличается от известных феноменологическим отображением состояний предприятия в зависимости от множества разнородных качественных и количественных параметров, которые формируют обобщенный показатель уровня охраны труда, позволяет определить степень потребности в проекте создания безопасных условий труда. Разработана принципиальная схема применения марковской модели при управлении инициацией проектов.

**Ключевые слова:** проекты; управление; инициация; охрана труда; безопасность персонала.

*A.Yu. Moskalyuk, Yu.S. Chernega, V.D. Gogunsky. Managing the initiation of projects using Markov chains.* Features using Markov model evaluation of projects to create conditions of safety production, which differs from the known phenomenological reflection of the condition of the company, depending on the set of diverse qualitative and quantitative parameters that form the generalized indicator of health and safety to determine the degree of need for the project to build a safe working environment. Developed the scheme of Markov model in managing project initiation.

**Keywords:** projects; management; initiation; occupational Health; security personnel.

*Вступ.* У процесі формування ринкової економіки в Україні управління проектами набуває певні переваги через застосування сучасних методологій, методів та засобів управління [1 - 8]. У багатьох підприємствах і організаціях значна частка діяльності має проектний характер [9 - 11]. Перехід до проектно-орієнтованого управління підприємствами з урахування міжнародних засад щодо організації виробництва, особливо в частині забезпечення безпечних умов праці, є актуальним напрямком досліджень в проектному менеджменті [12 - 15].

Однією з основних складових створення умов безпеки виробництв є реалізація проектів з охорони праці [16 - 19] Існує необхідність розробки та застосування нових моделей і методів для підготовки та прийняття рішень щодо ініціації проектів з цього напрямку [20 - 22]. При цьому соціальний та економічний ефект від реалізації проектів щодо формування безпечних умов праці буде досягатися у повному обсязі у разі своєчасного і науково обґрунтованого ініціювання проектів [23, 24].

*Постановка завдання.* Розв'язання протиріч між нагальними завданнями підприємств і організацій у провадженні проектів щодо створенні безпечних умов праці та можливостями традиційних існуючих систем управління в умовах обмеженості ресурсів і унікальності проектів можливе лише у разі використання методів проектного управління [22]. Загальне підвищення результативності проектів має здійснюватись завдяки ретельному аналізу проектної ідеї ще на початкових етапах життєвого циклу, зокрема, на етапі ініціації проекту [11]. Тому розробка адекватного методичного забезпечення процесу ініціації проектів є актуальним завданням дослідження, яке дозволить суттєво підвищити рівень безпеки виробництва та загальну продуктивність підприємств [25 - 28].

*Основна частина.* При практичному впровадженні системи управління ініціацією проектів з охорони праці були виявлені основні протиріччя цієї діяльності, які полягають у наступному:

- результат роботи по ініціації проектів визначається у зовнішньому середовищі, а не локалізований в межах виробничої ділянки або цеху [1];

- система, яку утворюють ділянки або цехи підприємства і зовнішнє середовище є слабо структурованою системою - в ній існує дуже багато зв'язків, нормативів, конструкційних особливостей, правил, звичаїв і традицій, а також суто людських відносин, врахувати які в повному обсязі досить складно [2];

- часто практично неможливо отримати зворотній зв'язок, для того щоб оцінити ефективність певних заходів, які спрямовані на формування безпечних умов праці на підприємстві [3];

- суттєва невизначеність виникає через складність визначення цільового контингенту - на кого слід орієнтувати комунікаційні, організаційні та інформаційні заходи;

- необхідність подолання опору керівників середньої ланки політиці керівництва підприємства з провадження проектів щодо поліпшення умов праці, оскільки розповсюдженим явищем є їх впевнення у тому, що ця діяльність не є ефективною - «не слід змінювати те, що і так функціонує» [29].

Зазначені об'єктивні і суб'єктивні чинники формують поле інтересів і протиріч, які необхідно врахувати при проведенні роботи з ініціації проектів. При цьому на початковому етапі впровадження в якості об'єкта управління застосовувалась модель марківського ланцюга, розроблена за прикладом моделі, що представлена в роботі [25]. Модель марківського ланцюга є елементом принципової схема управління, яка включає в себе наступні

елементи: тимчасову організаційну структуру (комісію) проекту на стадії ініціації ( $S_1$  – проект;  $S_2$  – команда проекту;  $S_3$  – оточення проекту;  $S_4$  – замовник проекту); комплекс нормативних документів; персонал підприємства; методики вироблення типу заходів для покращення діяльності сфокусованої на забезпечення безпеки персоналу або спрямованих на поліпшення умов праці (рис. 1).

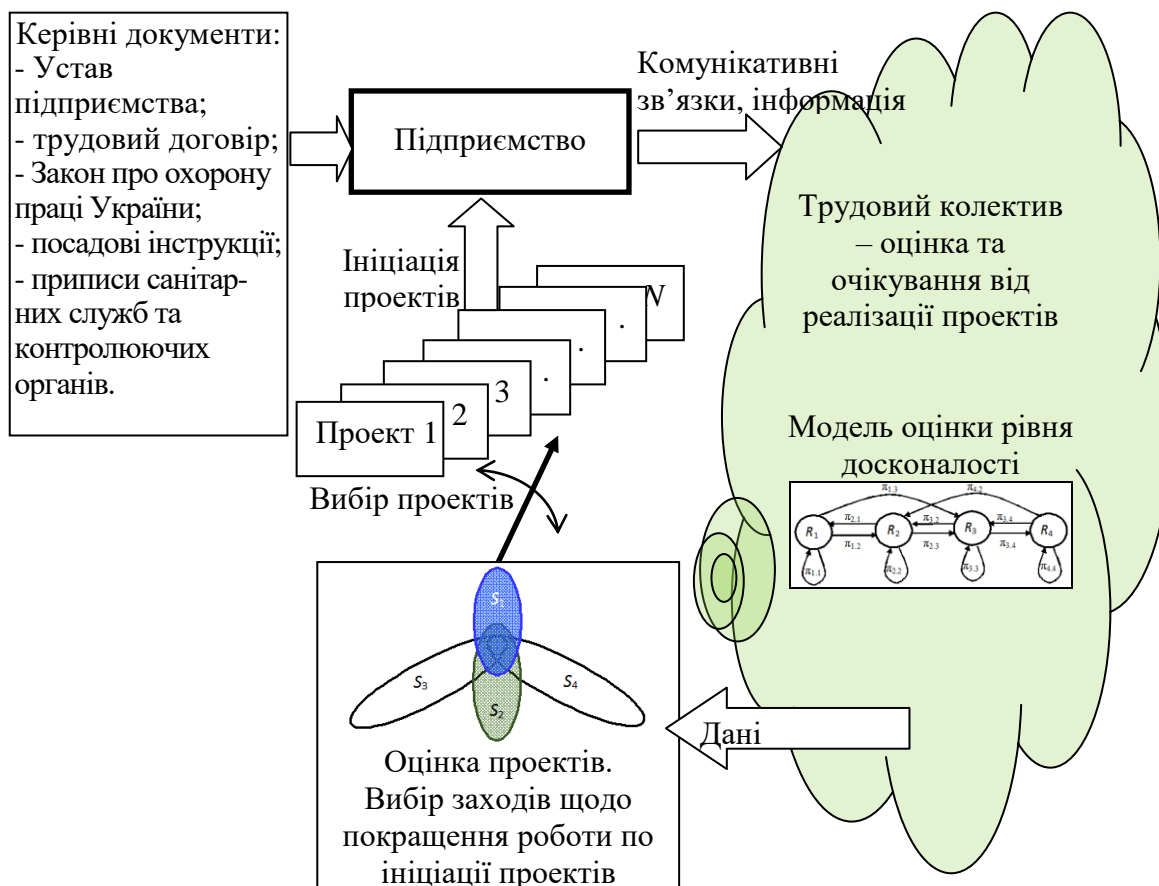


Рисунок 1 - Принципова схема управління ініціацією проектів

Підприємство випускає продукцію машинобудування та верстатобудування. Число працюючих становить 450 осіб. Ініціатором проектів виступає відділ охорони праці і захисту довкілля. Перелік рекомендованих заходів з охорони праці обговорюється на загальних зборах колективу підприємства, що відображається у трудовому договорі між керівництвом підприємства і трудовим колективом.

1.1. *Метод експериментального визначення рівня досконалості організаційно-технічної системи за ступенем ризику.*

Прийнята гіпотеза, що стан безпеки характеризується сукупністю оцінок рівня досконалості. При цьому розглядали такі стани:  $p_1$  – низький ризик;  $p_2$  – середній ризик;  $p_3$  – високий ризик;  $p_4$  – екстремальний ризик [30 - 32].

Для виконання поставленого завдання застосували метод прямого розрахунку станів  $R_i$  на основі даних анкетування населення [30]. На цьому етапі ставили за мету вирішення таких проблем:

- розробка однозначно питань анкети;
- визначення зручної процедури анкетування;
- розробка способів оцінки похибки результатів;
- визначення обсягу вибірки.

Найбільш ефективними є опитувальні листи (анкети), в яких відповіді зводяться до однозначних простим твердженням: так / ні. У нашому випадку питання анкети сформульовані в такій формі:

а) скільки разів з різних джерел Ви отримали оцінку щодо охорони праці на підприємстві (k)

б) вкажіть тільки одну відповідь:

- низький ризик (так);
- середній ризик (так);
- високий ризик (так);
- екстремальний ризик (так).

В результаті анкетування в кожній анкеті отримуємо значення кроку  $k$  і одне зі значень  $R_i$ ,  $\{i = 1, 2, 3, 4\}$ . Обробка результатів анкетування зводиться до угруповування результатів по кроках  $k$  і сумовування відповідних станів для цього значення  $k$ . Далі визначаємо експериментальні значення частоти кожного стану у вигляді відношення числа окремих станів до загальної кількості анкет в  $k$ -ій групі.

Експериментальна перевірка анкети показала, що респонденти часто не могли дати конкретну відповідь на перше (а) питання. Тому було запропоновано інший варіант цього питання в нечіткій формі:

а) а) скільки разів з різних джерел Ви отримали оцінку щодо охорони праці на підприємстві (k)

Якщо не пам'ятаєте, то оберіть одну з відповідей:

- ніколи не чув; - кілька разів (до 5);
- багато разів (до 10); - дуже багато разів (більше 10).

На такі питання респонденти відповідали більш впевнено.

## 2 Визначення обсягу вибірки.

Мінімальна кількість анкет  $n$ , що забезпечує обрану точність вимірювань, можна встановити, допускаючи нормальний закон розподілу випадкових величин і максимально допустиму стандартну помилку оцінки. Тоді, за відомими з математичної статистики виразів можна визначити мінімальне число питань  $n$ , що забезпечує задану точність вимірювання.

Інтервальну оцінку помилки опитувань можна здійснити на основі статистичних даних за допомогою довірчої ймовірності. Для нормального закону розподілу даних і великої вибірки ( $n > 30$ ) загальною оціночною характеристикою вимірювань є дисперсія  $D$  і коефіцієнт варіації  $k_B$ :

$$D = \sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2; \quad k_B = \frac{\sigma}{\bar{x}},$$

де  $x_i$  – значення параметру, що оцінюється,  $i = 1, 2, \dots, n$ ;  
 $\bar{x}$  – середнє арифметичне значення.

Довірчий інтервал характеризує інтервал значень  $x_i$ , в який потрапляє істинне значення  $x_d$  вимірюваної величини із заданою вірогідністю  $p_d$ :

$$p_d = p[a \leq x_d \leq b] = \frac{1}{2} [\varphi(b - \bar{x}) / \sigma - \varphi(a - \bar{x}) / \sigma],$$

де  $\varphi(t)$  – інтегральна функція Лапласа, яка визначається за табличними даними, що отримані у результаті рішення інтегралу

$$\varphi(t) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-\frac{t^2}{2}} dt.$$

Відношення величини  $\mu = b - \bar{x}$  до середньоквадратичного відхилення  $\sigma$  є аргументом цієї функції:  $t = \mu / \sigma$ , де  $t$  – гарантійний коефіцієнт.

Якщо прийнята довірча ймовірність  $p_d$  (найбільш часто приймають значення 0,9; 0,95; 0,9973), то встановлюється точність вимірювань (довірчий інтервал  $2\mu$ ) на основі співвідношення  $p_d = \varphi(\mu/\sigma)$ . Половина довірчого інтервалу дорівнює

$$\mu = \sigma \cdot \arg \varphi(p_d) = \sigma t,$$

де  $\arg(p_d)$  – аргумент функції Лапласа, а при  $n < 30$  – функції Стюдента.

На основі прийнятого рівня значущості  $(1 - p_d)$  у разі нормального закону розподілу можна знайти  $n_{\min}$  вибірку, в якій похибка, що перевищує довірчий інтервал, буде зустрічатися не більше одного разу:

$$n_{\min} = \frac{p_d}{1 - p_d}.$$

У разі  $p_d$ , рівній 0,95 або 0,9973 ця вибірка буде становити, відповідно, 19 и 367 вимірювань. Була прийнята довірча ймовірність  $p_d = 0,95$ .

Для проведення експериментальних вимірювань із заданою точністю необхідно знати те число вимірювань, при якому буде забезпечено заданий рівень достовірності  $p_d = 0,95$ . У цьому випадку завдання зводиться до встановлення мінімального обсягу вибірки  $N_{\min}$ , при заданому довірчому інтервалі  $2\mu$  і довірчої ймовірності. При виконанні вимірювань необхідно знати їх точність:

$$\Delta = \frac{\sigma_0}{\bar{x}},$$

де  $\sigma_0$  – середньоарифметичне значення середньоквадратичного відхилення  $\sigma$ , яке дорівнює  $\sigma_0 = \sigma / \sqrt{n}$ .

Довірчий інтервал похибки вимірювання  $\Delta$  як і для вимірювань становить:

$$\mu = \sigma \cdot \arg \varphi(p_d) = \sigma t = \frac{\sigma_0}{t \sqrt{n}}.$$

У разі  $N_{\min} = n$  отримаємо:

$$N_{\min} = \frac{\sigma^2 t^2}{\sigma_0^2} = \frac{k_b^2 t^2}{\Delta^2},$$

де  $k_b$  – коефіцієнт варіації, %;

$\Delta$  – точність вимірювань, %.

Прийmemo, що  $k_b = 2\%$  і  $t = 2,0$  за Лапласом для  $p_d = 0,95$  та знайдемо залежність обсягів мінімальної вибірки, як функцію точності вимірювань

(крива 1, рис. 2). Відомо, що застосування цієї залежності рекомендовано при  $n > 30$  вимірювань. При меншій кількості вимірювань застосовують розподіл Стюдента (псевдонім англійського математика В.С. Госсета). При тих же умовах знайдемо мінімальну вибірку, підставляючи в формулу для обчислення  $N_{\min}$  замість гарантійного коефіцієнта  $t$  значення коефіцієнта Стюдента  $\alpha_{\text{ст}}$  як функції від числа вимірювань (крива 2, рис. 2).

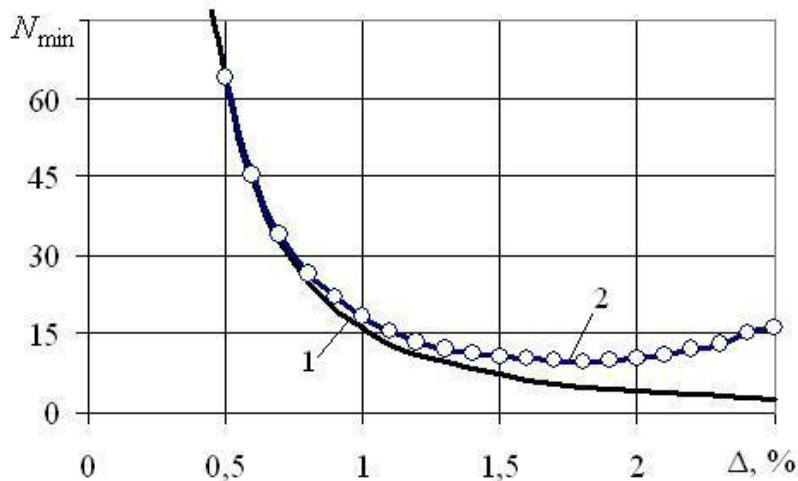


Рисунок 2 – Залежність мінімальної вибірки  $N_{\min}$  від заданої похибки вимірювань  $\Delta$

Отримані дані дозволяють встановити необхідний  $N_{\min}$  мінімальний обсяг вибірки. Як випливає з рис. 4.2, у разі 64 вимірів очікувана похибка становитиме не більше 0,5%. Зменшення числа вимірювань веде до збільшення похибки. За прийнятний інтервал похибки можна обрати значення 0,5% ... 1%, з відповідним числом вимірів 64 ... 22. Середина цього інтервалу  $\sim 0,75\%$  забезпечується при 30 вимірах. Оскільки фактично з даних анкетного опитування потрібно знайти тільки 3 параметри, а 4-ий, з урахуванням того, що всі події становлять повну групу, буде доповнювати їх суму до одиниці, можна прийняти величину вибірки в обсязі, що перевищує 90 опитувань. У цьому випадку похибка визначення значень перехідних ймовірностей не перевищуватиме 0,5%. Ця величина є цілком допустимою, так як в підрозділі 2.4 за допомогою імітаційного експерименту було показано, що у разі 5 % похибки визначення перехідних ймовірностей загальна похибка моделі не перевищує 5 %.

### 3 Побудова моделі для визначення рівня досконалості

Введемо лінгвістичні змінні для характеристики зазначеного базового ризику [10]. Лінгвістичні змінні використовують окремі слова чи речення замість чисел, це дає змогу наближено описати явища, які настільки складні, що не піддаються опису в загальноприйнятих кількісних термінах. Тому базовий ризик опишемо як екстремальний, високий, середній та низький. Необхідний зміст лінгвістичної змінної наведено у табл. 1. Це дає змогу виявити ступінь потреби у ініціації проекту з охорони праці при здійсненні оцінюванні множини факторів виробничого середовища робочого місця, підрозділу підприємства, окремого цеху чи підприємства взагалі.

Таблиця 1 – Опис базового ризику

Лінгвістична змінна базового ризику	Пояснення
Екстремальний	Потребує невідкладних дій вищого керівництва підприємства. Обов'язкове складання плану заходів та призначенням відповідальних осіб. При необхідності – призупинення робіт.
Високий	Потребує уваги вищого керівництва. Терміново проінформувати працівників та їх безпосередніх керівників, керівника відповідного підрозділу та начальника служби охорони праці. Вжити заходи щодо безпеки працівників.
Середній	Проінформувати працівників та необхідних зацікавлених сторін та начальника служби охорони праці. Вжити заходи щодо зменшення ризику.
Низький	Управління здійснюється з використанням існуючих процедур. Не потребує додаткових ресурсів. Проінформувати керівника підрозділу та начальника служби охорони праці по закінченні робіт по визначенню ступеню ризику.

Для побудови марківської моделі переходів оцінок ступеня ризику на підприємстві, як станів виробничих систем підприємства зазначимо основні переходи між цими станами на рис. 3.

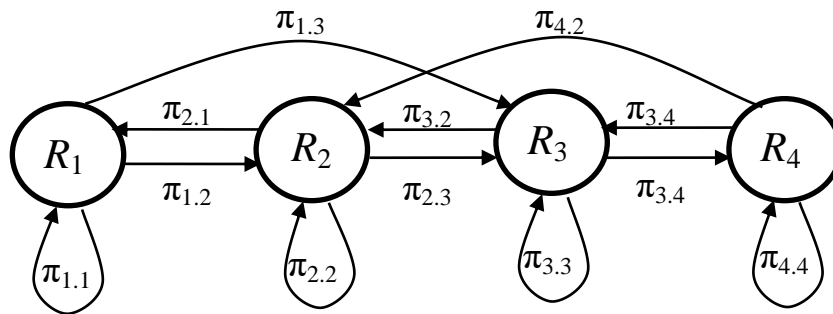


Рисунок 3 – Розмічений граф марківського ланцюга, що відображає рівні досконалості системи за переходами оцінок ступеня ризику як станів системи:  $R_1$  – низький ризик;  $R_2$  – середній ризик;  $R_3$  – високий ризик;  $R_4$  – екстремальний ризик.

Загальне розв'язання системи рівнянь, що описують ланцюг Маркова представлений на рис. 3, можна записати у формі

$$\begin{pmatrix} p_1(k+1) \\ p_2(k+1) \\ p_3(k+1) \\ p_4(k+1) \end{pmatrix}^T = \begin{pmatrix} p_1(k) \\ p_2(k) \\ p_3(k) \\ p_4(k) \end{pmatrix}^T \cdot \begin{pmatrix} \pi_{1.1} & \pi_{1.2} & \pi_{1.3} & 0 \\ \pi_{2.1} & \pi_{2.2} & \pi_{2.3} & 0 \\ 0 & \pi_{3.2} & \pi_{3.3} & \pi_{3.4} \\ 0 & \pi_{4.2} & \pi_{4.3} & \pi_{4.4} \end{pmatrix} \quad (1)$$

де  $T$  – знак транспонування стовпців.

Матриця перехідних ймовірностей системи визначена за допомогою експертів:

$$\|\pi_{i,j}\|_0 = \begin{pmatrix} 0,75 & 0,15 & 0,1 & 0 \\ 0,1 & 0,65 & 0,25 & 0 \\ 0 & 0,25 & 0,45 & 0,3 \\ 0 & 0,15 & 0,25 & 0,6 \end{pmatrix} \quad (2)$$

Сума перехідних ймовірностей з деякого стану  $i \in (1, 2, \dots, m)$  в інші стани, як доведено в (2), дорівнює одиниці:

$$\sum_{j=1}^m \pi_{ij} = 1, \quad \{i=1, 2, \dots, m\}, \quad (3.3)$$

де  $m = 4$  – число можливих станів системи.

Сума ймовірностей всіх станів  $p_i(k)$  на кожному кроці  $k$  також дорівнює одиниці [32]:

$$\sum_{i=1}^m p_i(k) = 1, \quad (3.4)$$

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

Під кроком  $k$  розуміється деякий управляючий вплив, який переводить систему в новий стан [33].

Рівень промислової безпеки, в координатах оцінок ступенів ризику промислових систем підприємства можна дослідити на протязі декількох кроків, що зроблено для 30 кроків траєкторії розвитку на рис. 4.

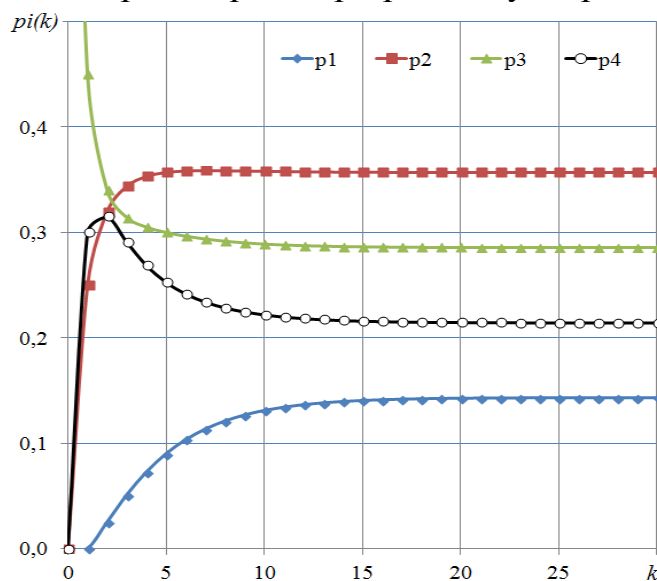


Рисунок 4 – Траєкторія розвитку виробничої системи в координатах оцінок ступеня ризику  $p_i(k)$  і кроках  $k$ :  $p_1$  – низький ризик;  $p_2$  – середній ризик;  $p_3$  – високий ризик;  $p_4$  – екстремальний ризик

#### 4 Результати анкетного опитування

У відповідності до зазначених вище правилами проведення анкетного опитування та визначеним числом щодо рекомендованої вибірки була проведена операція анкетування працівників підприємства. Результати анкетування приведені в табл. 2.



Таблиця 2 - Результати анкетного опитування

Номер шага	Розподіл анкетованих працівників підприємства за станами, число опитаних (грудень, 2014 р)				Всього по крокам, анкет.
	p1	p2	p3	p4	
0	0	0	2	0	2
5	2	9	7	6	24
10	5	13	10	8	36
30	4	10	8	6	28
Всього	11	32	27	20	90

На основі отриманих експериментальних даних можна оцінити рівень досконалості виробничої системи у формі розподілу ймовірностей станів ризику по підприємству (табл. 2).

Таблиця 3 - Розподіл ймовірностей станів ризику по підприємству на основі даних анкетного опитування (грудень, 2014 р.)

Номер кроку	Ймовірності станів ризику по підприємству				Сума $p_i(k)$ по кроках
	$p1(k)$	$p2(k)$	$p3(k)$	$p4(k)$	
0	0	0	1	0	1,0
5	0,08	0,38	0,29	0,25	1,0
10	0,14	0,36	0,28	0,22	1,0
30	0,14	0,36	0,29	0,21	1,0

5 Зіставлення отриманих експериментальних даних з результатами моделювання з використанням розробленої моделі марківського ланцюга.

Перехідні ймовірності в марківському ланцюзі визначалися експертами з урахуванням особливостей функціонування підприємства (рис. 4, рис. 5). На рис. 5 суцільними лініями відображені результати моделювання, а маркерами позначені експериментальні дані, отримані за анкетами персоналу.

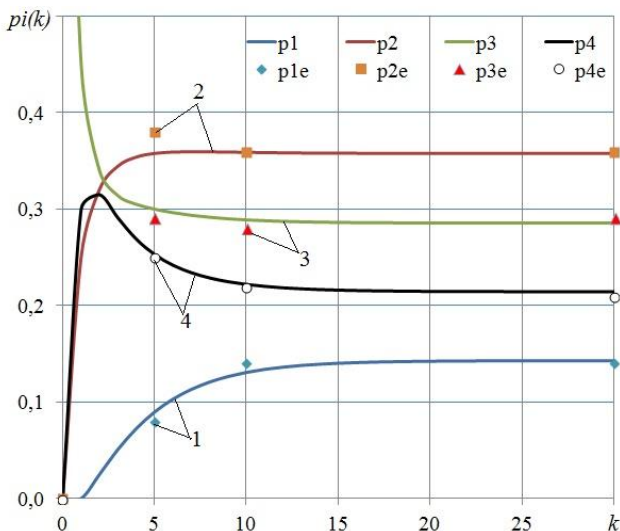


Рисунок 5 – Зіставлення експериментальних даних за анкетуванням і результатів моделювання з використанням розробленої моделі марківського ланцюга для траєкторії розвитку виробничої системи в координатах оцінок ступеня ризику  $p_i(k)$  і кроках  $k$ :  $p1$  – низький ризик;  $p2$  – середній ризик;  $p3$  – високий ризик;  $p4$  – екстремальний ризик;  $pNe$   $\{N=1, 2, 3, 4\}$  – дані експерименту

Побудова за перехідними ймовірностями за допомогою моделі траєкторії розвитку виробничої системи і відображення фактичних даних дозволяють зробити висновок щодо достовірності даних моделювання. Виробнича система знаходиться в області середнього ризику (рис. 5) Для покращення загального рівня безпеки на даному

підприємстві слід удосконалити організаційну складову діяльності з охорони праці.

Приведені на рис. 5 результати показують, що існує нагальна необхідність у ініціації і реалізації низки проектів для створення нормативних (комфортних) умов безпечної праці персоналу підприємства.

#### *б Оцінка ефективності ініціації та впровадження проектів*

Як визначено в раніше існуючий розподіл ймовірностей станів системи, що описується ланцюгом Маркова, залежить від визначених значень перехідних ймовірностей, які фактично трансформують рівень технологічної зрілості підприємства або організації у толерантність до змін. Цей розподіл для підприємства Катран, отриманий з використанням розробленої марківської моделі і підтверджений даними натурального виробничого випробування, показаний на рис. 3. Як видно, оцінка виробничого ризику у 2014 році може бути віднесена до категорії  $r_2$  – середнього ризику. Виявлена така тенденція для сталого стану системи на кроках  $k > 10$ :  $r_2 > r_3 > r_4 > r_1$ . Звичайно подібна характеристика системи не є задовільною, оскільки оцінка  $r_2$  – середнього ризику має найбільшу ймовірність. Треба виконати якісь певні зміни в системі, щоб покращити становище. Управління в виробничій системі може здійснюватись через проекти, які змінять становище, яке існує.

На початку 2015 року за допомогою алгоритмів на основі нечіткого логічного висновку були виконані роботи по ініціації низки проектів, які були включені в стратегічний план роботи підприємства. Упродовж 2015 року були виконані такі основні проекти:

- Розробка і впровадження проекту вентиляції виробничих приміщень;
- Оздоблення входних \ вихідних воріт цеху тепловою завісою;
- Переробка і актуалізація нових версій посадових інструкцій;
- Реалізація проекту щодо систематичного навчання персоналу підприємства і перевірки знань з охорони праці;
- Модернізація приміщень для санітарно-гігієнічних потреб працюючих;
- Забезпечення робітників засобами індивідуального захисту.

На початку 2016 року була проведена спроба оцінити результати здійснених проектів за допомогою марківської моделі. Перехідні ймовірності визначались експертним методом. Отримано наступну матрицю перехідних ймовірностей:

$$\|\pi_{ij}\| = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 0,75 & 0,1 & 0,15 & 0 \\ \hline 0,35 & 0,5 & 0,15 & 0 \\ \hline 0 & 0,4 & 0,5 & 0,1 \\ \hline 0 & 0,1 & 0,1 & 0,8 \\ \hline \end{array}$$

Результати моделювання з цими перехідними ймовірностями відображають нове положення організаційно-технічної системи (рис. 6):

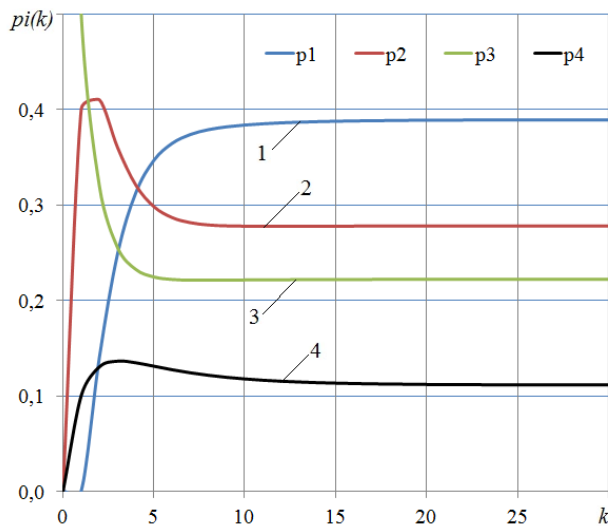


Рисунок 6 – Результати нового розподілу ймовірностей станів виробничої системи в координатах оцінок ступеня ризику  $p_i(k)$  і кроках  $k$ : 1 – низький ризик; 2 – середній ризик; 3 – високий ризик; 4 – екстремальний ризик.

*Висновки.* Як видно, сума величин  $p_1 + p_2 = 0,67$  на кроці  $k=30$  стала більшою, що відображає істотне поліпшення оцінки персоналом діяльності з охорони праці. Це поліпшення відбулося за рахунок зменшення частки робітників, які оцінюють ризик як високий  $p_3$  (від 28,6% до 22,2 %) і тих, хто оцінює ризик як екстремальний  $p_4$  (22,4 % до 10,1 %). З урахуванням цих даних виконані проекти за загальною оцінкою можна вважати успішними. Однак це не означає, що більше нічого не треба робити. Як показують отримані за допомогою марківської моделі результати моделювання, в організаційно-технічній системі підприємства сума  $p_3+p_4 = 32,3$  % відображає можливі резерви щодо поліпшення діяльності у напрямку зменшення рівня небезпеки. Ланцюг Маркова відображає безперервну зміну системи, що розвивається, а це веде до безперервної зміни по крокам її характеристик [30 - 36]. Крім того, слід врахувати, що фактично вказані проекти виконувались в умовах, коли інші гравці нічого не робили, щоб поліпшити умови праці і тим самим надати супротив отриманню позитивних результатів проектів у спосіб переманювання кращих працівників і створення плинності персоналу. Відсутність спротиву щодо просування вказаних вище проектів підтверджують дані за результатами проекту (рис. 6). Після 10-ти кроків параметри розподілу ймовірностей за всіма рівнями ризику по підприємству практично не змінюються.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гогунский, В. Д. Управление рисками в проектах з охорони праці як метод усунення шкідливих і небезпечних умов праці / В. Д. Гогунський, Ю. С. Чернега // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. - № 1/10 (61). – С. 83 – 85.
2. Визначення рівня небезпеки у робочій зоні за умов сумісної дії факторів різних класів / В. Д. Гогунський, О. С. Харковенко, Т. В. Кравченко, Ю. С. Чернега // Інформ. технол. в освіті, науці та виробництві. - № 4(5). – О. : АО «БАХВА», 2013. - С. 24 – 31.
3. Тесленко, П.А. Оптимальное управление организационно - техническими системами / П.А. Тесленко, В.Д. Гогунский // Тези доповідей VII міжнародної конф. "Управління проектами у розвитку у розвитку суспільства" – Київ : КНУБА, 2010.- С. 197 – 199.
4. Вайсман, В.А. Методологические основы управления качеством: факторы, параметры, измерение, оценка / В.А. Вайсман, В.Д. Гогунский, В.М. Тонконогий // Сучасні технології в машинобудуванні - 2012. - № 7. – С. 160 – 165.

5. Запорожець, О. І. Завдання наукових досліджень з охорони праці [Текст] / О. І. Запорожець, В. Д. Гогунський // Інформ. технології в освіті, науці та виробництві. - № 4 (5). – 2013. – С. 19 – 23.
6. Олех, Т.М. Модель обобщенной оценки воздействия на окружающую среду в проектах / Т.М. Олех, В.Д. Гогунский., С.В. Руденко // Управління розвитком складних систем. – 2013. - № 15. – С. 53 – 59.
7. Руденко, С.В. Оценка экологической безопасности в проектах [Текст] : Монография / С.В. Руденко, В.Д. Гогунский. – Одеса : Фенікс, 2006. – 144 с.
8. Руденко, С. В. Сетевые процессы управления проектами в контексте отображения состояний проекта [Текст] / С. В. Руденко, Е. В. Колесникова, В. И. Бондарь // Проблемы техники. – № 4. – 2012.– С. 61 – 67.
9. Басиль, Е. Е. Концепция управления техногенным риском / Е. Е. Басиль, В.Д. Гогунский, С.В. Руденко // Тр. Одес. политехн. ун-та. - 2003. - № 1(19). - С. 218 – 221.
10. Москалюк, А.Ю. Моделирование инициации проектов охраны труда с помощью цепей Маркова / А.Ю. Москалюк, В.Д. Гогунский, В.Н. Пурич // Технологічний аудит та резерви виробництва. – 2016. — № 3 (29). — С. 35 — 39.
11. Москалюк, А.Ю. Системный подход к анализу уровня охраны труда в задачах проектно-ориентированного менеджмента // А. Ю. Москалюк, Ю.С. Чернега, В.Д. Гогунский // Электротехнические и компьютерные системы. – 2016. - № 23 (99 ). – 168 - 174  
[doi: http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.2868.1840](http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.2868.1840)
12. OHSAS 18001:2007 Міжнародний стандарт "Системи менеджменту професійного здоров'я і безпеки. Вимоги (" Occupational Health and Safety Assessment Series ").
13. Gogunsky, V.D. Markov model of risk in the life safety projects / V.D. Gogunsky, Y.S. Chernega, E.S. Rudenko // Праці Одеського політехнічного університету. - 2013. - № 2 (41). – С. 271 – 276.
14. Москалюк А.Ю. Модель процесса управления охраной труда машиностроительного предприятия / А.Ю.Москалюк, В.Н. Пурич // Технологічний аудит та резерви виробництва. – Харьков: «Технологический центр», 2015. — № 4/3 (24). — С. 60 — 65.
15. Методичні рекомендації „Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря” [Електронний ресурс]. — Затв. наказом МОЗ України 13.04.2007 р. № 184. — <http://ua-info.biz/legal/baseuw/ua-qmwote/index.htm>
16. Гогунский, В.Д. Управление портфелем проектов предприятия на основе корпоративного риска / В.Д. Гогунский, А.Д. Сандул, В.В. Мазурик // Високі технології в машинобудуванні: зб. – Харків, НТУ «ХПІ», 2006. – Вип. 1(12). – С. 103 – 106.
17. Чернега, Ю. С. Разработка модели деятельности инженера по охране труда с использованием цепей Маркова / Ю. С. Чернега, В. Д. Гогунский // Вост.-Европейский журнал передовых технологий. - 2014. - № 5/3 (71). – С. 39 – 43.
18. Оганов, А. В. Conflict free implementation of strategic project management office at the entitie level utilizing “Evaporated cloud” diagram / А.В. Оганов, В.Д. Гогунский// Управління розвитком складних систем. – 2014. - № 17. – С. 36 – 41.
19. Kolesnikova, K.V. The development of the theory of project management: project initiation study law / K.V. Kolesnikova // Управління розвитком складних систем. - № 17. – 2013. - С. 24 – 31.
20. Бондарь, В.И. Проявление закона Кошкина КВ в безнадежных проектах: признаки, свойства, результаты / В.И. Бондарь, В.Д. Гогунский // Управління проектами: стан та перспективи: міжнар. конф. – Миколаїв : НУК, 2009. - С. 111 – 112.
21. Концептуальна модель управління проектами / К.В. Колеснікова, В.Д. Гогунський, А.О. Негрі, Г.С. Олех // Электротехнические и компьютерные системы. – 2016. - № 23 (99). – С. 175 – 179. [doi](#)
22. Колеснікова, К.В. Розробка марківської моделі станів проектно керованої організації / К. В. Колеснікова. В. О. Вайсман, С. О. Величко // Сучасні технології в машинобудуванні: зб. – Вип. 7. - Харків : ХТУ «ХПІ», 2012. – С. 217 – 222.

23. Оборский, Г.А. Инструменты реализации ценностного подхода в проектах дистанционного обучения / Г.А. Оборский, А.Е. Колесников, А.Н. Миколук // Электротехнические и компьютерные системы. – 2015. - № 19. - С. 330 – 333.
24. Oganov, A.V. Using the theory of constraints in implementing enterprise project management office / A.V. Oganov, V.D. Gogunsky // GESJ: Computer Sciences and Telecommunications. – 2013. - № 4 (40). – С. 59-65
25. Колесникова, Е.В. Теория проектного управления: закон контроля параметров риска / Е.В. Колесникова // Вісник Одес. нац. морського ун-ту. – 2013. - № 3 (39). – С. 220 – 232.
26. 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
27. Гогунский, В.Д. Практические задачи измерения качества в проектах / В.Д. Гогунский, Т.М. Олех, А.Г. Оборская // Вост.-Европ. журнал передовых технологий. – 2012. – № 1/11 (55). – С. 6 – 8.
28. Олех, Т.М. Оценка эффективности экологических проектов / Т.М. Олех, С.В. Руденко, В.Д. Гогунский // Вост.-Европ. журн. передовых технологий. - 2013. - № 1/10 (61). - С. 79 - 82.
29. Гогунский, В.Д. Управление человеческими ресурсами для реализации производственных программ / В.Д. Гогунский, В.А. Вайсман // Вестник НТУ «ХПИ». Тематич. вып.«Системный анализ, управление и информ. технологии».–Харьков: НТУ «ХПИ», 2005. - № 54. – С. 124 – 129.
30. Оборская, А.Г. Метод определения условных вероятностей переходов в цепи Маркова / А. Г. Оборская, В. И. Бондарь, Ю. С. Чернега // Шляхи реалізації кредитно-модульної системи. – 2015. – № 10. – С. 69 – 78.
31. Колесникова, Е. В. Моделирование слабо структурированных систем проектного управления [Текст] // Тр. Одес. политехн. ун-та. — Вып. 3 (42). — 2013. – С. 127 - 131
32. Колеснікова, К. В. Розвиток теорії проектного управління: обґрунтування закону К.В. Кошкіна щодо завершення проектів [Текст] / К.В. Колеснікова // Управління розвитком складних систем. – 2013. - № 16. - С. 38 – 45.
33. "Lifelong learning" is a new paradigm of personnel training in enterprises / V. Gogunskii, O. Kolesnikov, K. Kolesnikova, D. Lukianov // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. - № 4/2 (82). – С. 4 – 10.
34. Колесникова, Е. В. Трансформация когнитивных карт в модели марковских процессов для проектов создания программного обеспечения [Текст] / Е. В. Колесникова, А. А. Негри // Управління розвитком складних систем. – 2013. - №15. – С. 30 – 35.
35. 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. – 2013. - № 1 (2). – С. 243 – 249.
36. 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.
37. Чернега, Ю.С. Управління ризиками в проектах з охорони праці як метод усунення шкідливих і небезпечних умов праці / Ю.С. Чернега, В.Д. Гогунський // Вост.-Европ. журнал передових технологий. – 2013. - № 1 (10/61). – С. 83-85.
38. Басиль, Е. Е. Концепция управления техногенным риском / Е. Е. Басиль, В.Д. Гогунский, С.В. Руденко // Тр. Одес. политехн. ун-та. - 2003. - № 1(19). - С. 218 – 221.