

УДК 005:8

Кошель Н.В., инженер, ГП "НАЭК "Энергоатом",
Завальнюк С.А., инженер, ГП "НАЭК "Энергоатом",
Гогунський В.Д., д-р техн. наук, проф.,
кафедра «Управління системами безпеки життєдіяльності»,
Одеський національний політехнічний університет

ВНЕДРЕНИЕ НОВОГО ВИДА ПРОДУКЦИИ

*Н.В. Кошель, С.А. Завальнюк, В.Д. Гогунський. **Впровадження нового виду продукції.***

Розроблено модель просування нових видів продукції на основі однорідного ланцюга Маркова, яка відображає основні етапи науково-дослідних і конструкторських робіт: від генерації ідей до постановки на серійне виробництво або припинення розробки. Показано, що число проектів, які пройшли стадію постановки на серійне виробництво, становить близько 36%, а майже 10% ідей щодо нових видів продукції завершуються «смертю» проекту.

Ключові слова: продукція, інновації, постановки на виробництво, моделювання, ланцюг Маркова, ймовірністичні.

*Н.В. Кошель, С.А. Завальнюк, В.Д. Гогунский. **Внедрение нового вида продукции.***

Разработана модель продвижения новых видов продукции на основе однородной цепи Маркова, которая отображает основные этапы научно-исследовательских и конструкторских работ: от генерации идей до постановки на серийное производство или прекращения разработки. Показано, что число проектов, которые прошли стадию постановки на серийное производство, составляет около 36 %, а почти 10 % идей относительно новых видов продукции завершаются «смертью» проекта.

Ключевые слова: продукция, инновации, постановки на производство, моделирование, цепь Маркова, вероятности состояний.

*N.V. Koshel, S.A. Zavalniuk, V.D. Gogunsky. **The introduction of a new product.*** A model for the promotion of new products on the basis of homogeneous Markov chain, which displays the basic stages of research and development work: from idea generation to the setting for mass production or to cease development. It is shown that the number of projects that have gone into mass production stage performances, is about 36% and almost 10% of ideas for new products are completed "death" of the project

Keywords: production, innovation, putting into production, modeling, Markov chain, the probability of states.

Вступ. Длительное время в промышленности и энергетике превалировало крупносерийное производство продукции или услуг [1]. На рынке для различных групп потребителей предлагался ограниченный набор модификаций продуктов. Поэтому развитие производственных предприятий было ориентировано на наращивание объемов производства для увеличения доли продуктов предприятия на рынке [2].

В условиях конкуренции со стороны отечественных и зарубежных компаний, снижение уровня прибыли и рост роли потребителя в формировании

качественных характеристик продукции, разработка и производство новых видов продукции на заказ становятся основными в деятельности современных компаний. При этом на первый план выходят такие показатели:

- способность предприятия быстро реагировать на изменение конъюнктуры и потребностей рынка для наиболее полного удовлетворения требований заказчиков [3, 4];
- сокращение ресурсов и длительности выполнения заказов при одновременном повышении их качества [5];
- обеспечение гарантированного выполнения договорных обязательств [6];
- совершенствование управления и повышение эффективности работы [7, 8].

Разработка и выпуск продукции под определенный заказ могут осуществляться путем создания модификаций уже отработанных конструкций, а также в результате полного цикла проектирования и постановки на производство новых изделий. Базовая модель продукта (например, теплообменника) конструируется как совокупность унифицированных агрегатов, взаимодействующих между собой на уровне интерфейса.

Декомпозиция продукта на агрегаты позволяет осуществлять усовершенствования и модификации каждого отдельного агрегата при соблюдении соглашений по интерфейсу, то есть условий соединения отдельных агрегатов продукта. Такой подход позволяет начинать разработку каждого нового проекта на основе базовой модели изделия, что приводит к существенной экономии трудовых ресурсов и времени. Заказы могут быть разными по объему и по срокам, но все они объединены тем, что существуют ограничения по срокам исполнения и по бюджету. Для того, чтобы выполнение заказов-проектов укладывалось в определенные рамки сроков и стоимости, необходимо их тщательно планировать и контролировать.

Ключом к решению данных проблем может стать применение методов математического моделирования и проектного управления, что позволит до запуска проекта оценить вероятность его успешной реализации [6, 9].

Целью исследования является формализация процессов внедрения новых видов продукции с изготовлением опытных образцов и постановкой продукции на производство путем моделирования производственной системы с помощью цепи Маркова для обоснования применимости научно обоснованных подходов управления организационно-техническими системами.

Формализация обобщенной схемы процесса закупок.

Ориентированный граф обобщенной схемы процессов внедрения новых видов продукции включает шесть дискретных состояний и коммуникационные связи между этими состояниями (рис. 1). Все дискретные состояния представляют собой условную декомпозицию организационно-технической системы на этапы реализации проекта. Каждое состояние имеет входы и выходы, а также рекурсивную связь «на себя» [10 - 14]. Такая декомпозиция полезна тем, что в каждом состоянии существует возможность не завершать коммуникации, а продолжать выполнение проектов вплоть до обеспечения требований заказчика – т.е. выполнять работы по проектированию, уточнению требований для улучшения конечной продукции [15 - 17].

Особенностью данной модели является гибкость и отсутствие жестких ограничений, благодаря чему она может быть применена при разработке достаточно широкого круга проектов. Прикладной интерес представляет то, что модель процессов на основе цепи Маркова, может учитывать постоянные изменения проектных тренований благодаря изменению переходных вероятностей [18 - 23]. Она предполагает, что разработка решения должна состоять из коротких циклов, создающих поступательное движение от простых версий решения до окончательного содержания новых видов продукции по структуре и параметрам [23].

В общем случае, марковские модели отображают зависимость случайного процесса изменения множества состояний $S_k = \{s_1, s_2, \dots, s_m\}_k$ во времени $t [0, T]$, где k номер шага, а m число состояний [24 - 33]. В цепях Маркова возможны изменения вероятностей состояний системы по шагам k в соответствии с топологической структурой схемы переходов [25]. Существуют вероятности переходов $\pi_{ij} > 0 \{ \forall (i, j) \in (1, 2, \dots, m) \}$ в другие состояния, а сумма переходных вероятностей из некоторого состояния $i \in (1, 2, \dots, m=6)$ в другие состояния равна единице [27]:

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

где $m = 6$ - число возможных состояний системы, приведенной на рис. 1.

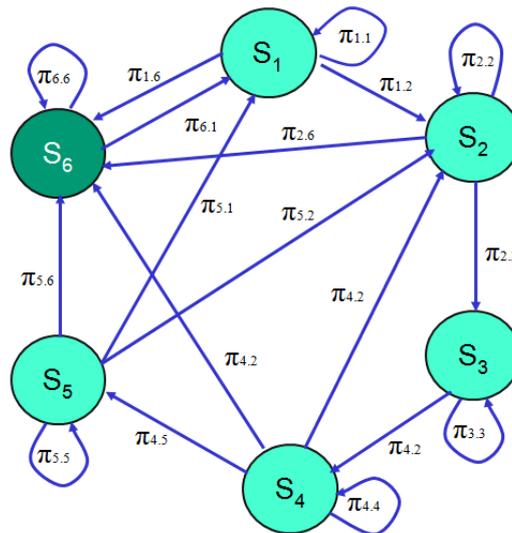


Рисунок 1 – Размеченный граф цепи Маркова с шестью состояниями: S1 - Идея; S2 - Разработка; S3 - Изготовление опытного образца; S4 - Проведение испытаний; S5 - Серийное производство; S6 - Выход (“смерть” проекта).

Сумма вероятностей всех состояний $p_i(k)$ на каждом шагу k также равен единице [28]:

$$\sum_{i=1}^m p_i(k) = 1, \quad (2)$$

где $p_i(k)$ - вероятность i -го состояния на этапе k ; $m = 6$ - число состояний.

Под шагом k понимается некоторое управляющее влияние, которое переводит систему в новое состояние [30].

Вероятности состояний $p_1(k), p_2(k), \dots, p_m(k)$ однородной цепи Маркова с дискретным временем характеризует феноменологическую свойство системы то, чем объект себя проявляет [32]. Элементы матрицы переходных вероятностей $\pi_{ij} > 0 \{ \forall (i, j) \in (1, 2, \dots, m) \}$, воспроизводит структуру системы, по аналогии с матрицей смежности [33] Матрица переходных вероятностей для цепи Маркова (рис. 1) записывается в следующем виде:

$$\|\pi_{ij}\| = \begin{vmatrix} \pi_{1.1} & \pi_{1.2} & 0 & 0 & 0 & \pi_{1.6} \\ 0 & \pi_{2.2} & \pi_{2.3} & 0 & 0 & \pi_{2.6} \\ 0 & 0 & \pi_{3.3} & \pi_{3.4} & 0 & 0 \\ 0 & \pi_{4.2} & 0 & \pi_{4.4} & \pi_{4.5} & \pi_{4.6} \\ \pi_{5.1} & \pi_{5.2} & 0 & 0 & \pi_{5.5} & \pi_{5.6} \\ \pi_{6.1} & 0 & 0 & 0 & 0 & \pi_{6.6} \end{vmatrix} \quad (3)$$

Постановка на производство нового вида продукции проходит 5 основных этапов (рис.1). Кроме этого добавлена операция возможного прекращения разработки/развития продукта на всех этапах (т.н. “смерть” проекта).

Наряду с матрицей $\|\pi_{ij}\|$ переходных вероятностей известным значением в данном проекте является только состояние S1 -“Идея” ($p_1(k=0) = 1$), вероятность которого в процессе развития продукта постепенно уменьшается. Все остальные вероятности состояний $\{p_1(k=0), p_2(k=0), \dots, p_6(k=0)\}$ однородной цепи Маркова вначале проекта равны нулю.

Общее итерационное решение системы уравнений цепи Маркова [32]:

$$\begin{vmatrix} p_1(k+1) \\ p_2(k+1) \\ p_3(k+1) \\ p_4(k+1) \\ p_5(k+1) \\ p_6(k+1) \end{vmatrix} \overset{T}{=} \begin{vmatrix} p_6(k) \\ p_6(k) \\ p_6(k) \\ p_6(k) \\ p_6(k) \\ p_6(k) \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} \pi_{1.1} & \pi_{1.2} & 0 & 0 & 0 & \pi_{1.6} \\ 0 & \pi_{2.2} & \pi_{2.3} & 0 & 0 & \pi_{2.6} \\ 0 & 0 & \pi_{3.3} & \pi_{3.4} & 0 & 0 \\ 0 & \pi_{4.2} & 0 & \pi_{4.4} & \pi_{4.5} & \pi_{4.6} \\ \pi_{5.1} & \pi_{5.2} & 0 & 0 & \pi_{5.5} & \pi_{5.6} \\ \pi_{6.1} & 0 & 0 & 0 & 0 & \pi_{6.6} \end{vmatrix} \quad (4)$$

где T – оператор транспонирования столбцов; k – номер шага.

Результаты моделирования.

Элементы переходных вероятностей матрицы $\|\pi_{ij}\|$ определены на основе экспертное оценивания:

$$\|\pi_{ij}\| = \begin{vmatrix} 0,5 & 0,4 & 0 & 0 & 0 & 0,1 \\ 0 & 0,3 & 0,6 & 0 & 0 & 0,1 \\ 0 & 0,2 & 0,5 & 0,3 & 0 & 0 \\ 0 & 0,1 & 0 & 0,3 & 0,5 & 0,1 \\ 0 & 0,1 & 0 & 0,1 & 0,8 & 0 \\ 0,05 & 0,3 & 0 & 0 & 0 & 0,65 \end{vmatrix} \quad (5)$$

Результаты моделирования с использованием матрицы переходных вероятностей (5) в формуле (4) показаны на рис. 3.

В процессе постановки на производство этапы “Разработки”, “Изготовления опытного экземпляра” и “Испытаний” после роста на раннем

этапе постепенно теряют удельный вес, трансформируясь в “Серийное производство” (кривая p5).

Кроме этого, для постановки нового вида продукции на производство на каждом этапе остаётся не нулевая вероятность “смерти” проекта (кривая p6).

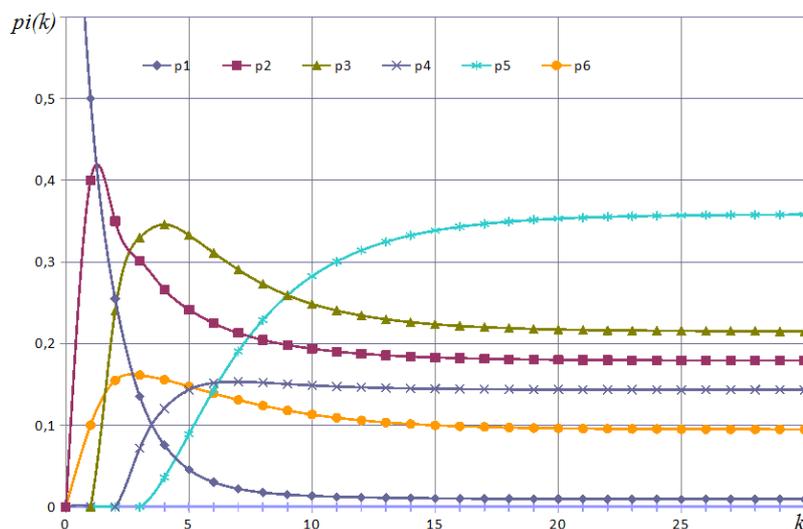


Рисунок 3 – Траектория развития проектов внедрения нового вида продукции: p1 - Идея; p2 - Разработка; p3 - Изготовление опытного образца; p4 - Проведение испытаний; p5 - Серийное производство; p6 - Выход (“смерть” проекта).

Полученные в результате моделирования данные отображают в ход проектов внедрения нового вида продукции в форме изменения вероятностей состояний организационно-технической системы. После 15-го шага система начинает выходить на квазистационарную траекторию. При этом на 30-ом количество проектов, которые прошли стадию постановки на серийное производство, составляет около 36 %. В тоже время 22 % проектов находятся в стадии изготовления опытного образца, а 15 % проектов проходят этап проведения испытаний. Около 10 % идей относительно новых видов продукции завершаются «смертью» проекта.

Выводы. Разработанная модель продвижения новых видов продукции для постановки на производство на основе однородной цепи Маркова с дискретным временем и дискретными состояниями отображает основные этапы научно-исследовательских и конструкторских работ: от генерации идей до постановки на серийное производство или прекращения разработки. Направления дальнейших исследований могут быть ориентированы на разработку методов адаптации цепи Маркова применительно к особенностям других предприятий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вайсман, В.А. Методологические основы управления качеством: факторы, параметры, измерение, оценка / ВА Вайсман, ВД Гогунский, ВМ Тонконогий // Сучасні технології в машинобудуванні. - 2012. - №7. – С. 160 - 165.
2. Project management theory as a basis for the development of new practices / A. Kolesnikov, V. Gogunskii, K. Kolesnikova, D. Lukianov, T. Olekh // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. - 2016. - № 5/2 (83).

3. Вайсман, В.А. Основные принципы конкурентоспособности субъекта хозяйствования / В.А. Вайсман // Экономика и государство. – 2004. - № 7. – С. 26 – 30.
4. Вайсман, В.А. Управление человеческими ресурсами для реализации производственных программ / В.А. Вайсман, В.Д. Гогунский // Вестник НТУ «ХПИ». Тематич. вып. «Системный анализ, управление и информ. технологии». – 2005. - № 54. – С. 124 – 129.
5. 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
6. 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
7. Бондарь, В.И. Проявление закона Кошкина КВ в безнадежных проектах: признаки, свойства, результаты / В.И. Бондарь, В.Д. Гогунский // Управління проектами: стан та перспективи : конф. – Миколаїв : НУК, 2009. - С. 111-112.
8. Вайсман, В.О. Система стандартів підприємства для управління знаннями в проектно-керованій організації / В.О. Вайсман, В.О. Величко, В.Д. Гогунський // Праці Одес. політехн. ун-ту. – 2011. - № 1 (35). – С. 256 – 261.
9. Вайсман, В. О. Сучасна концепція проектно-орієнтованого командного управління підприємством / В. О. Вайсман, К. В. Колеснікова, В. В.Натальчишин // Сучасні технології в машинобудуванні: зб. пр. – № 8. – НТУ «ХПИ», 2013. – С. 246 – 253.
10. Kolesnikova, K.V. The development of the theory of project management: project initiation study law / K.V. Kolesnikova // Management of development of complex systems. – 2013. - № 17. – С. 24 – 30.
11. Гогунський, В. Д. Марковські моделі комунікаційних процесів в міжнародних проектах / О. В. Власенко, В. В. Лебідь, В. Д. Гогунський // Управління розвитком складних систем.— 2012. — № 12. — С. 35 — 39.
12. 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.
13. 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.
14. "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.
15. 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.
16. 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.
17. Колесникова Е.В. Управление знаниями в IT-проектах [Текст] / Е.В. Колесникова, А.А. Негри // Вост.-Европ. журнал передовых технологий, 2013. - 1/10 (61). – С. 213 – 215.
18. Колесникова, Е. В. Моделирование слабо структурированных систем проектного управления // Тр. Одес. политехн. ун-та. – 2013. - № 3. – С. 127 – 131.
19. 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. – С. 222 – 227.
20. Загальні механізми формування системи цитування наукових статей / В.Д. Гогунський, В.А. Яковенко, Т.А.Лященко, Т.В. Отрадская / Вісник НТУ «ХПИ». Стратегічне управління. -2016. - № 1(1173). – С.14-18. doi: 10.13140/RG.2.1.1880.5203

21. 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.
22. Москалюк, А.Ю. Моделювання ініціації проектів з охорони праці за допомогою ланцюгів Маркова / АЮ Москалюк, ВД Гогунський, ВМ Пурич // Технологический аудит и резервы производства. – 2016. - № 3/2 (29). – С. 35 – 39.
23. 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.
24. Gogunsky, V.D. Markov model of risk in the life safety projects / V.D. Gogunsky, Yu. S. Chernega, E.S. Rudenko // Праці Одес. політехн. ун-ту. – 2013. - № 2. – С. 271 – 276.
25. Колеснікова, К. В. Моделювання стратегічного управління міжнародною діяльністю університету [Текст] / К. В. Колеснікова, С. М. Гловацкая, С. В. Руденко // Проблеми техніки. - № 1.— 2013. — С. 95 – 101. - Режим доступу: [www/URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ptekh_2013_1_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ptekh_2013_1_12)
26. Oganov, A. Analysis of work-load rate of portfolio manager by means of markovian model of states [Text] / A. Oganov, V. Gogunsky, O. Sherstyuk // Управління розвитком складних систем. – 2015. - № 22. – С. 13 - 18. DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.3240.6480>
27. 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.
28. Власенко, Е.В. Модель "діамант" оцінки внутрішніх комунікацій в Європейських проектах / Е.В. Власенко, Д.В. Лукьянов, В.Д. Гогунский // Вост.-Европ. журнал передовых технологий. – 2013. - № 1 (10 /61). – С. 86 – 88.
29. Колесніков, О.Є. Основні аспекти впровадження дистанційної освіти / О.Є. Колесніков, В.Д. Гогунський // Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві: зб. – 2012. - № 1. – С. 34 – 41.
30. Дослідження марківських ланцюгів за допомогою фундаментальної матриці / Т. М. Олех, В. Д. Гогунський, Ю. С. Барчанова, К. М. Дмитренко // Вісник НТУ «ХП». Стратегічне управління. -2016. - № 2(1174). – С.17-21. doi: <http://dx.doi.org/10.20998/2413-3000.2016.1174.4>
31. 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.
32. Колесникова Е.В. Разработка марковской модели состояний проектно управляемой организации [Текст] / Е.В. Колесникова, В.А. Вайсман, С.А. Величко // Суч. технології в машинобуд.: зб. наук. праць. – НТУ «ХП», 2012. – Вип. 7. – С. 217 – 223.
33. Розробка марковської моделі зміни станів пацієнтів в проектах надання медичних послуг [Текст] / С. В. Руденко, М. В. Романенко, О. Г. Катуніна, К. В. Колеснікова // Управління розвитком складних систем. - №12. –2012. – С. 86 – 89. - Режим доступу: <http://journals.uran.ua/urss/article/view/41121>