

УДК 008.5

Е.В. Колесникова

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУР УПРАВЛЕНИЯ ПРОГРАММАМИ ПРОЕКТОВ
В ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Построена модель типовой структуры управления программами проектов с применением однородных цепей Маркова с дискретными временем и состояниями. Показано, что область применения закона инициации, сформулированного С.Д. Бушуевым для отдельных проектов, может быть расширена и на программы проектов.

Ключевые слова: управление, программы, проекты, цепи Маркова, результативность, компетентность руководителя.

Побудовано модель типової структури управління програмами проектів із застосуванням однорідних ланцюгів Маркова з дискретними часом і станами. Показано, що область застосування закону ініціації, сформульованого С.Д. Бушуєвим для окремих проектів, може бути розширена також на програми проектів.

Ключові слова: управління, програми, проекти, ланцюги Маркова, результативність, компетентність керівника.

A model of the structure of a typical program management projects using homogeneous Markov chains with discrete time and states. It is shown that the scope of the law initiation formulated S.D. Bushuyev for individual projects can be expanded to program projects.

Keywords: management, programs, projects, Markov chains, efficiency, competence of the head.

Постановка проблемы в общем виде. Управление программами проектов в слабо структурированных социальных и организационно-технических системах связано с необходимостью учета множества факторов, которые образует сложную "паутину" связей и состояний, изменяющихся во времени. Развитие программ в таких многофакторных системах удастся представить, как правило, только в форме качественных моделей [1]. Преобразование качественных моделей с помощью теории цепей Маркова в феноменологические модели, которые отображают вероятностную сущность процессов проектного управления, позволит перейти к количественным оценкам хода и результатов программ проектов [2]. В такой постановке необходимо решать ряд технических и методологических проблем для отображения особенностей структуры управления программами проектов и их параметров, определяемых в первую очередь уровнем технологической зрелости организаций и компетентностью персонала, а также команд проектов и программ [3].

Успешность программ проектов в конкурентной среде определяют такие составляющие: персонал, технологии, ресурсы, менеджмент, рынок проекты, внешнее и внутреннее окружение [4]. Доступность и потенциальные возможности влияния на эти элементы конкурентной среды существенно различаются. Так, персонал, технологии, ресурсы, рынок и проекты в условиях глобализации экономики доступны в равной степени всем и могут лишь немного улучшить результативность программ проектов. Тогда как совершенствование менеджмента предоставляет потенциальные возможности значительного улучшения результативности программ проектов по сравнению с конкурентами [5].

Цель статьи. Разработка модели и исследование структуры управления программами проектов с помощью цепей Маркова.

Анализ публикаций по применению цепей Маркова в проектном управлении. Известные примеры применения марковских цепей для определения вероятностей состояний организационно-технических или социальных систем основаны на структурном и параметрическом подобию оригиналов этих систем их отражениям в марковских моделях [2]. Применение марковской модели положено в основу проектно-ориентированного управления станкостроительным предприятием [7]. Показана эффективность использованных марковских моделей для определения изменения состояний пациентов в проектах предоставления медицинских услуг [8]. Вероятностная сущность рекламных проектов отображена с использованием марковской модели [9]. Можно также отметить эффективность цепей Маркова для оценки качества работы учебных заведений [10]. В указанных примерах выполнена декомпозиция исследуемых систем на дискретные состояния и определены схемы переходов между этими состояниями. Вместе с тем, в указанных выше моделях различными способами определялись условные вероятности переходов между дискретными состояниями. Это позволяет сделать вывод о том, что специфика отражения различных объектов однородными цепями Маркова с дискретными состояниями и дискретным временем определяется способами вычисления переходных вероятностей.

Разработка марковской модели программ проектов. Как известно модели являются компактным отображением множества свойств оригинала на множество исследуемых параметров системы. Моделирование представляет собой процесс создания реальных или виртуальных объектов, которые отображают существенные свойства оригинала, необходимые для замены оригинала в исследованиях. Поэтому актуальным является преобразование известных графических отображений программ проектов в марковские модели, отражающие существенные признаки исследуемых систем [2].

Взаимодействие участников программ проектов часто рассматривается как некоторая зависимость от уровня компетентности руководителя программы и его команды. Для построения марковской модели изменения состояний, соответствующих определенным участникам проектов,

воспользуемся известной схемой взаимодействия его участников, представленной на рис. 1 [11].

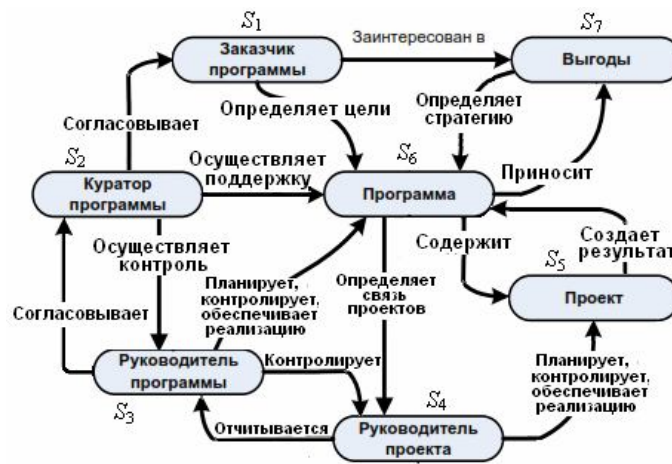


Рис. 1. Схема взаимодействия участников программы проектов:
 $S_1, S_2, \dots, S_7$ – идентификаторы состояний

Примем за основу схему взаимодействия участников программы (рис. 1) для преобразования ее в цепь Маркова [11]. Обозначим через $S_i \{i = 1, 2, \dots, 7\}$ возможные состояния программы (рис. 2). Для преобразования схемы состояний в цепь Маркова необходимо добавить дополнительные связи, которые определяют возможность “задержки” системы в каждом из состояний $S_i \{i = 1, 2, \dots, 7\}$.

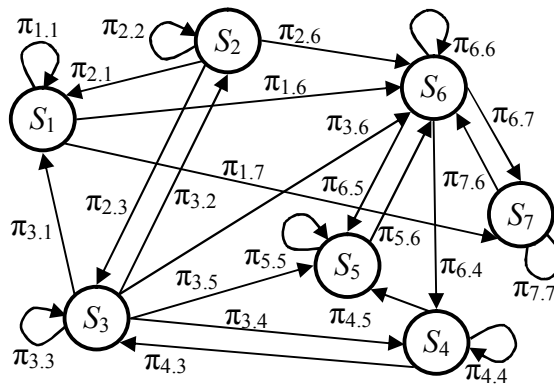


Рис. 2. Размеченный граф состояний цепи Маркова

В марковских моделях отображается зависимость случайного изменения множества состояний $S_k = \{s_1, s_2, \dots, s_m\}_k$ во времени $t[0, T]$, где k параметр дискретного времени – номер шага, а m число состояний. “Марковость” программ проектов подтверждается тем, что в программах

проектов как и в марковских цепях возможны изменения вероятностей состояний системы по шагам k , имеет место подобие топологической структуры переходов [7-11]. Существуют вероятности переходов π_{ij} в другие состояния, а сумма всех переходных вероятностей из некоторого состояния равна

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

где $m = 7$ - число возможных состояний системы.

При этом сумма вероятностей всех состояний $p_i(k)$, составляющих полную группу событий, на каждом шаге k также равна единице [2]

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

где $p_i(k)$ вероятность состояния i на шаге k .

Под шагом понимается некоторое управляющее воздействие, которое переводит систему в новое состояние [7].

Вероятности состояний $p_1(k)$, $p_2(k)$, ... $p_m(k)$ однородной цепи Маркова с дискретным временем характеризуют феноменологическое отражение системы, т.е. то, чем объект себя проявляет. Для любого шага k существуют также “вероятности задержки” системы в данном состоянии π_{ii} , которые дополняют до единицы сумму переходных вероятностей по всем переходам из данного состояния. Имеющиеся условные переходные вероятности π_{ij} между различными состояниями могут быть определены по экспертным оценкам. Если известны переходные вероятности π_{ij} и заданы вероятности состояний $p_1(k)$, $p_2(k)$, ... $p_7(k)$ однородной цепи Маркова, то на следующем $k+1$ шаге вероятности состояний $p_1(k+1)$, $p_2(k+1)$, ... $p_7(k+1)$ определяются из системы уравнений

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

где T – признак транспонирования столбца; k – номер шага.

К свойствам программ проектов, отвечающих марковским цепям, можно отнести следующие: действия команды проекта отвечают шагам проекта; результат хода проектов формирует распределение вероятностей состояний системы, при этом можно указать возможные переходы системы из каждого состояния в другие за один шаг; вероятности переходов зависят от свойств системы; состояния системы отображаются графом, с указанием возможных переходов из одного состояния в другое за один шаг.

Анализ свойств оригинала и модели позволяет сделать вывод об обоснованности применения цепей Маркова для моделирования программ проектов.

По определению модель является виртуальным или реальным объектом, которым можно заменить оригинал при исследовании его свойств. Оценим влияние на результативность программ проектов уровня компетентности руководителя программы с помощью разработанной марковской модели. Изменение вероятностей состояний системы по шагам для базового варианта множества переходных вероятностей показано на рис. 3 - а. Эти результаты отражают определенный уровень технологической зрелости организации и компетентности руководителя программы (состояние S_3), который соответствует таким значением переходных вероятностей: $\pi_{3,1} = 0,05$; $\pi_{3,2} = 0,25$; $\pi_{3,4} = 0,12$; $\pi_{3,5} = 0,1$; $\pi_{3,6} = 0,05$.

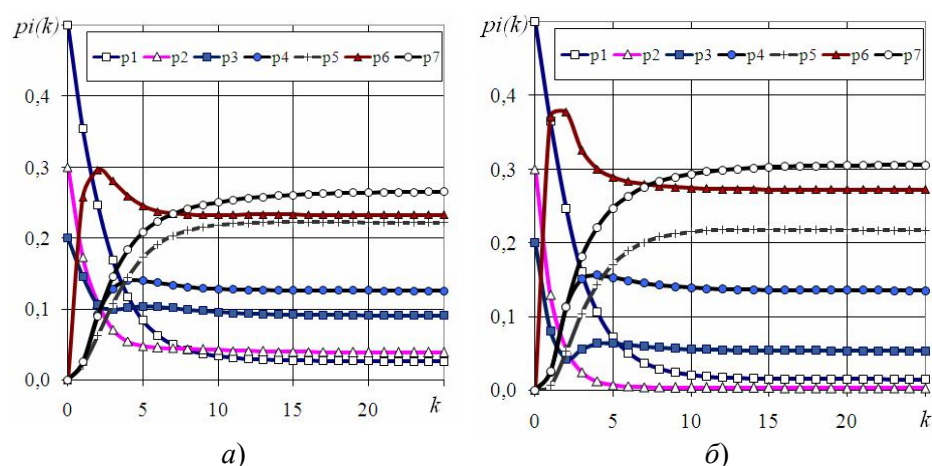


Рис. 3. Изменение вероятностей состояний для разных данных:
а – базовый вариант; б – новый вариант;
 $\pi_i(k)$ – вероятности состояний; k – шаги программы

Матрица переходных вероятностей базового варианта программы (рис. 3-а)

$\pi_{ij} =$	0,6	0	0	0	0	0,35	0,05
	0,15	0,41	0,2	0	0	0,24	0
	0,05	0,25	0,43	0,12	0,1	0,05	0
	0	0	0,35	0,45	0,20	0	0
	0	0	0	0	0,73	0,27	0
	0	0	0	0,25	0,11	0,44	0,20
	0	0	0	0	0	0,18	0,82

Базовий проект в квазистационарном состоянии на шаге $k = 25$ характеризуется таким распределением вероятностей состояний:

$$p_1(25) = 0,03; p_2(25) = 0,04; p_3(25) = 0,09; p_4(25) = 0,13; \\ p_5(25) = 0,22; p_6(25) = 0,23; p_7(25) = 0,27.$$

Это означает, что на 25 шаге для выполнения работ программы отводится 23 % ресурса времени, руководитель программы тратит 9 % этого же ресурса, а для работ проектов программы отводится 22 % от общего ресурса времени. Эти результаты показывают, что при выполнении данной программы существует определенное противоречие между руководителем программы и остальными участниками программы. Руководитель, очевидно, не достаточно эффективно планирует, контролирует и обеспечивает реализацию программы, что приводит к увеличению времени его работы. Естественно, что более рациональным можно считать такое распределение вероятностей состояний, при котором будет обеспечено максимальное использование ресурса времени в состояниях S_5, S_6, S_7 .

Для устранения этого явления следует изменить параметры работы руководителя программы, что должно повлиять на соответствующие вероятности переходов. Пусть переходные вероятности в работе руководителя программы будут такими: $\pi_{3,1} = 0,1$; $\pi_{3,2} = 0,03$; $\pi_{3,4} = 0,12$; $\pi_{3,5} = 0,03$; $\pi_{3,6} = 0,62$. Полученные для новых начальных условий результаты показывают, что в случае только изменения условий работы руководителя программы ход и результативность программы проектов станут отличными от базового варианта (рис. 3-б). На шаге $k = 25$ новая система характеризуется следующим распределением вероятностей состояний:

$$p_1(25) = 0,01; p_2(25) = 0,003; p_3(25) = 0,05; p_4(25) = 0,14; \\ p_5(25) = 0,22; p_6(25) = 0,27; p_7(25) = 0,31.$$

Время работы руководителя программы уменьшилось почти в два раза. При этом суммарное время, отводимое на производственные цели для выполнения программы, увеличилось с 72 % до 80 %. Полученные результаты показывают, что характеристики работы руководителя программы существенно влияют на ход проекта.

Выводы. Создана марковская модель программы проектов, которая позволяет выполнить количественную оценку и степень влияния ее участников на ход проектов. На новой доказательной базе показано, что слабо структурированная система, которая представлена в виде программы проектов, ее окружения и команды, определяет результат проектной деятельности. Данное утверждение не противоречит определению закона С.Д. Бушуева, полученного для отдельных проектов [6].

Дальнейшие исследования следует направить на теоретическое и экспериментальное определение переходных вероятностей, которые позволяют «настроить» марковскую модель на реальные программы.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бушуева Н.С. Модели и методы проактивного управления программами организационного развития [Текст] / Н.С. Бушуева. – К.: Наук. світ, 2007. – 270 с.
2. 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. – № 15. – 2013. – С. 30-35.
3. Бушуев С.Д. Напрями дисертаційних наукових досліджень зі спеціальності «Управління проектами та програмами» [Текст] / С.Д. Бушуев, В.Д. Гогунський, К.В. Кошкін // Управління розвитком складних систем. – № 12. – 2012. – С. 5-7.
4. Гогунский В.Д. Основные законы проектного менеджмента [Текст] / В.Д. Гогунский, С.В. Руденко // IV міжнар. конф.: «Управління проектами: стан та перспективи». – Миколаїв: НУК, 2008. – С. 37-40.
5. Гогунский В.Д. Обоснование закона о конкурентных свойствах проектов [Текст] / В.Д. Гогунский, С.В. Руденко, П.А. Тесленко // Управління розвитком складних систем. – № 8. – 2012. – С. 14-16.
6. Вайсман В.А. Теория проектно-ориентованого управления: обоснование закона Бушуева С.Д. [Текст] / В.А. Вайсман, В.Д. Гогунский, С.В. Руденко // Наук. записки Міжнар. гуманітарного ун-ту: Зб. – Одеса: МГУ, 2009. – С. 9-13.
7. Колеснікова К.В. Розробка марківської моделі станів проектно керованої організації [Текст] / К.В. Колеснікова, В.О. Вайс-ман, С.О. Величко // Сучасні технології в машинобудуванні: Зб. наук. праць. – Вип. 7. – Харків: НТУ «ХПИ», 2012. – С. 217-222.
8. Розробка марківської моделі зміни станів пацієнтів в проектах надання медичних послуг [Текст] / С.В. Руденко, М.В. Ро-маненко, О.Г. Катуніна, К.В. Колеснікова // Управління розвитком складних систем. – № 12. – 2012. – С. 86-89.
9. Оборская А.Г. Модель эффектов коммуникаций для управления рекламными проектами [Текст] / А.Г. Оборская, В.Д. Гогунский // Тр. Одес. политехн. ун-та. – Одесса: ОНПУ, 2005. – С. 31-34.

10. Яковенко В.Д. Прогнозування стану системи керування якістю навчального закладу [Текст] / В.Д. Яковенко, В.Д. Гогун-ський // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2009. – № 2. – С. 50-57.
11. ГОСТ Р 54871- 2011. Проектный менеджмент. Требования к управлению программой [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2011. – 12 с.

Стаття надійшла до редакції 20.10.2013

Рецензент – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Управління системами безпеки життєдіяльності» Одеського національного політехнічного університету **В.Д. Гогунський**