

УДК 005.8 : 004.4.2

Кравец В.П., *инженер,*

Шарлоимов С.В., *инженер,*

обособленное подразделение НАЭК «Энергоатом» (ОП РАЭС)

Колесников А.Е., *к.т.н., доцент,*

кафедра «Управление системами безопасности жизнедеятельности»,

Одесский национальный политехнический университет

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ЗАКУПОК

В.П. Кравец, С.В. Шарлоимов, О.Е. Колесников. Анализ процессу закупівель. Розроблено модель закупівель з використанням однорідного ланцюга Маркова з дискретним часом і такими дискретними станами: формування заявки, ліміт фінансування, річний план закупівель, маркетинговий аналіз, оформлення договору, виконання поставки. Виконано експертне визначення перехідних ймовірностей виникнення комунікаційних зв'язків у системі здійснення закупівель в ОП РАЕС. Розроблена програма визначення ймовірностей станів системи. Визначено, що частка ініційованих заявок, які завершуються поставкою обладнання, ресурсів і послуг, не перевищує 37 %.

Ключові слова: закупівлі, планування, виконання поставок, формалізація, модель, ланцюг Маркова, програмування, аналіз.

В.П. Кравец, С.В. Шарлоимов, А.Е. Колесников. Анализ процесса закупок. Разработана модель закупок с использованием однородной цепи Маркова с дискретным временем и такими дискретными состояниями: формирование заявки, лимит финансирования, годовой план закупок, маркетинговый анализ, оформление договора, выполнения поставки. Выполнено экспертное определение переходных вероятностей возникновения коммуникационных связей в системе осуществления закупок в ОП РАЭС. Разработана программа определения вероятностей состояний системы. Определено, что доля инициированных заявок, которые завершаются поставкой оборудования, ресурсов и услуг, не превышает 37%.

Ключевые слова: закупки, планирование, выполнение поставок, формализация, модель, цепь Маркова, программирование, анализ.

V.P. Kravets, S.V. Sharloimov, O.E. Kolesnikov. Analysis procurement process. The model of procurement using homogeneous Markov chain with discrete time and discrete states the following: forming applications, limit funding, the annual procurement plan, market analysis, contract design, implementation of delivery. Done expert determination of transition probabilities of occurrence of communications in the procurement system in the OP RAES. The program determine the probabilities of the system. Determined that the percentage of initiated requests which are completed delivery of equipment, resources and services does not exceed 37%.

Keywords: procurement, planning, implementation of supply, formalization, model, Markov chain, programming and analysis.

Введение. Проектирование станции, которая сначала называлась Западноукраинской АЭС, началось в 1971 г. Впоследствии ее переименовали в Ривненскую АЭС. РАЭС - первая в Украине атомная электростанция с энергетическими водо-водяными реакторами типа ВВЭР-440. Два энергоблока с такими реакторами введены в эксплуатацию в 1980 и 1981 годах, а третий и

четвертый с реакторами ВВЭР-1000, - в 1986-м и 2004-м. Ежегодное производство электроэнергии РАЭС - около 19 млрд кВт-ч [1].

Энергоблоки РАЭС соответствуют современным международным требованиям ядерной и радиационной безопасности, что подтверждают проверки Международного агентства по атомной энергии МАГАТЭ (1988, 1996, 2003, 2008, 2009, 2010 г.г.) и Всемирной ассоциации организаций, эксплуатирующих АЭС (2001,2004,2012, 2013,2016 г.г.).



Рисунок 1 – Общий вид ПО РАЭС

На РАЭС действует автоматизированная система контроля радиационной обстановки (АСКРО). Наблюдение проводится непрерывно в автоматическом режиме, что позволяет оперативно получать необходимую для систематического анализа и прогноза информацию. Комплекс АСКРО по количеству, частоте и точности параметров и характеристик является уникальным не только в Украине, но и одним из лучших в мире. Центральный пост АСКРО с 2015 года получает данные системы сейсмического мониторинга - новейшей для украинских АЭС технологии фиксации колебаний земной коры. Система сейсмомониторинга является информационным инструментом, который изучает источники возможных местных землетрясений и прогнозирует их для оценки сейсмической устойчивости зданий, сооружений и оборудования Ривненской АЭС. АСКРО интегрирована также с европейской системой прогнозирования последствий радиационных аварий RODOS, что позволяет оперативно отслеживать и реагировать на ядерные события в стране и мире, а также получать рекомендации для служб аварийного реагирования и гражданской защиты [1].

Введение в декабре 2015 года новопостроенной ЛЭП-750 кВ «РАЭС - п/с «Киевская» повысило способность выдачи мощности с шин РАЭС и позволило передавать электроэнергию в энергодефицитные регионы, что в свою очередь укрепило надежность работы всей объединенной энергосистемы страны.

Управление закупками оборудования, ресурсов и услуг является важным аспектом обеспечения ритмичной и успешной работы ОП РАЭС.

Целью исследования является формализация процессов подготовки и выполнения закупок в ОП РАЭС для отображения процесса закупок с помощью цепи Маркова с целью определения предпосылок применения формальных подходов относительно анализа процесса закупок.

Формализация обобщенной схемы процесса закупок.

Ориентированный граф обобщенной схемы процесса закупок включает шесть дискретных состояний и коммуникационные связи между этими состояниями (рис. 2). Каждое состояние имеет входы и выходы, а также рекурсивную связь «на себя» [2 - 8]. Последнее означает, что в каждом состоянии существует возможность не завершать коммуникации, а продолжать оставаться в данном состоянии – т.е. выполнять работы по подготовке документов либо осуществлять подготовку и принятие решений в пределах своей ответственности [9 - 11].

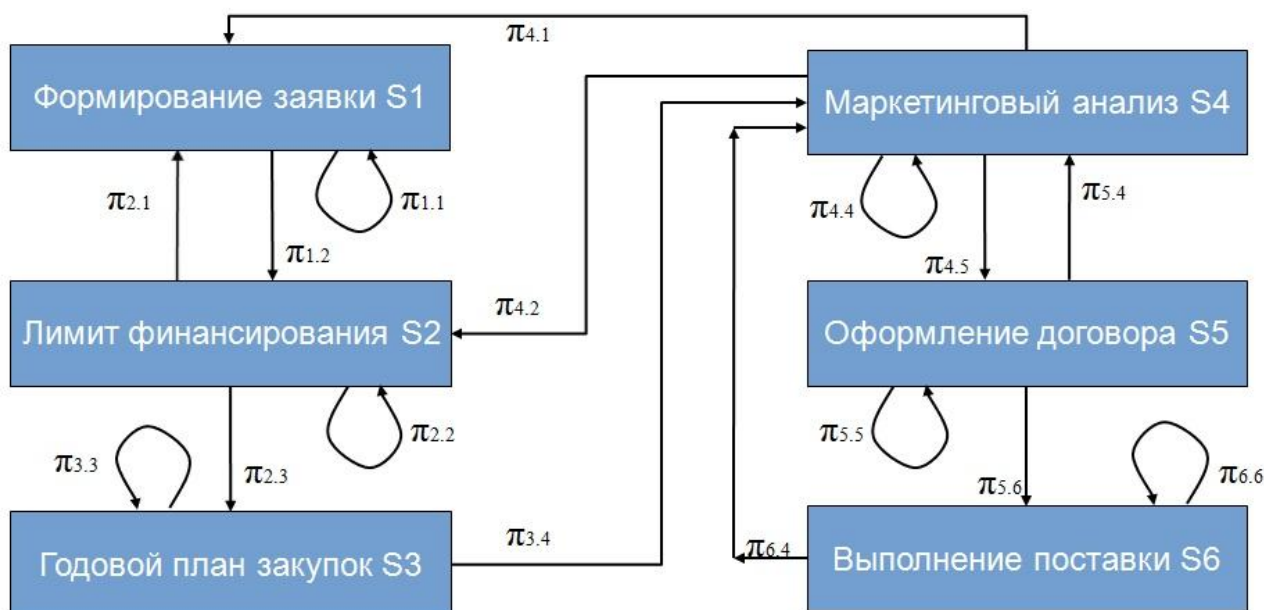


Рисунок 2 – Формальное отображение основных дискретных состояний схемы выполнения закупок

На размеченном ориентированном графе показаны переходные вероятности π_{ij} $\{i=1 - 6; j=1-6\}$, которые характеризуют направление и «силу» коммуникационных связей [12 - 15]. «Сила» коммуникационных связей зависит от ресурса времени, затраченного в данном состоянии на реализацию каждой коммуникации и, соответственно, выражается через вероятность (частоту) осуществления коммуникаций для данного состояния [15 - 21].

Например, если выполнение процессов коммуникации из состояния S1 с другими состояниями проходит во времени, то общее время пребывания системы в состоянии S1 можно определить выражением [22 - 24]:

$$T_1 = t_{1.1} + t_{1.2}, \quad (1)$$

где $t_{1.1}$, $t_{1.2}$ - время или продолжительность нахождения системы в состоянии S1.

Переведем отрезки времени в отображения частоты (вероятности):

$$\begin{cases} \pi_{1.1} = \frac{t_{1.1}}{T_1} \\ \pi_{1.2} = \frac{t_{1.2}}{T_1} \end{cases}, \quad (2)$$

Из выражения (2) с учетом (1) следует:

$$\pi_{1.1} + \pi_{1.2} + \pi_{1.3} = \frac{t_{1.1}}{T_1} + \frac{t_{1.2}}{T_1} + \frac{t_{1.3}}{T_1} = 1. \quad (3)$$

Выражение (3) отражает существенное свойство любого состояния - все переходы из одного состояния S1 представляют собой полную группу событий, поскольку сумма условных переходных вероятностей $\{\pi_{1.1} + \pi_{1.2}\} = 1$ является полной группой событий, для которых вероятность наступления этих событий равна единице. То есть одно из событий полной группы обязательно случится.

Указанные особенности переходов между состояниями системы, отображаемые в цепи Маркова, справедливы для всех других состояний, которые приведены на рис. 2 [25 - 27].

Построение модели на основе цепи Маркова.

Топология ориентированного размеченного графа марковской цепи может быть отражена с помощью матрицы смежности $\|c_{ij}\|$ [27]:

$$\|c_{ij}\| = \begin{vmatrix} c_{1.1} & c_{1.2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ c_{2.1} & c_{2.2} & c_{2.3} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & c_{3.3} & c_{3.4} & 0 & 0 \\ c_{4.1} & c_{4.2} & 0 & c_{4.4} & c_{4.5} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & c_{5.4} & c_{5.5} & c_{5.6} \\ 0 & 0 & 0 & c_{6.4} & 0 & c_{6.6} \end{vmatrix} \quad (4)$$

Каждый элемент матрицы смежности $c_{ij} \{ \forall (i, j) \in (1, 2, \dots, 6) \}$ означает наличие прямой связи между состояниями $i \rightarrow j$. Значения элементов главной диагонали $c_{ii} = 1$ указывают на наличие петли $i \rightarrow i$, когда переход осуществляется в то же состояние. Иными словами система не переходит в другое состояние, а остается в прежнем состоянии [27].

Каждая i -ая строка матрицы смежности $\|c_{ij}\|$ отражает наличие переходов от i -го состояния в другие $j \{ \forall j \in (1, 2, \dots, 6) \}$ состояния системы. Как определено в (3), все возможные переходы из каждого состояния в другие состояния составляют полную группу событий. Это позволяет для каждой строки матрицы $\|c_{ij}\|$ выполнить замену значений $c_{ij} = 1$ на переходные вероятности $\pi_{ij} > 0 \{ \forall (i, j) \in (1, 2, \dots, 6) \}$ с выполнением условия, справедливого для полной группы событий - сумма вероятностей для полной группы событий равна единице.

Сумма вероятностей всех состояний $p_i(k)$ на каждом шаге k [28]:

$$\sum_{i=1}^m p_i(k) = 1, \quad (5)$$

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

Под шагом k понимается некоторое управляющее воздействие, которое переводит систему в новое состояние [25 - 28].

Если известны переходные вероятности $\pi_{ij} > 0 \{ \forall (i, j) \in (1, 2, \dots, 6) \}$ между различными состояниями и заданы начальные вероятности состояний $\{p_i(k)$,

$p_2(k), \dots p_6(k)$ однородной цепи Маркова, то значения вероятностей состояний $\{p_1(k+1), p_2(k+1), \dots p_6(k+1)\}$ на следующем $k + 1$ шаге определяется из системы уравнений, описывающих марковскую цепь [28]:

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

где T – оператор транспонирования столбцов.

Результаты моделирования.

Выполненное экспертное определение переходных вероятностей матрицы $\|\pi_{ij}\|$ относительно переходов по коммуникационным связям в системе осуществления закупок в ОП РАЭС позволило определить матрицу $\|\pi_{ij}\|$ в виде:

$$\|\pi_{ij}\| = \begin{pmatrix} 0,4 & 0,6 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,2 & 0,1 & 0,7 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,1 & 0,9 & 0 & 0 \\ 0,1 & 0,55 & 0 & 0,05 & 0,3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,3 & 0,05 & 0,65 \\ 0 & 0 & 0 & 0,1 & 0 & 0,9 \end{pmatrix} \quad (7)$$

Результаты моделирования с использованием (6) и (7) показаны на рис. 3.

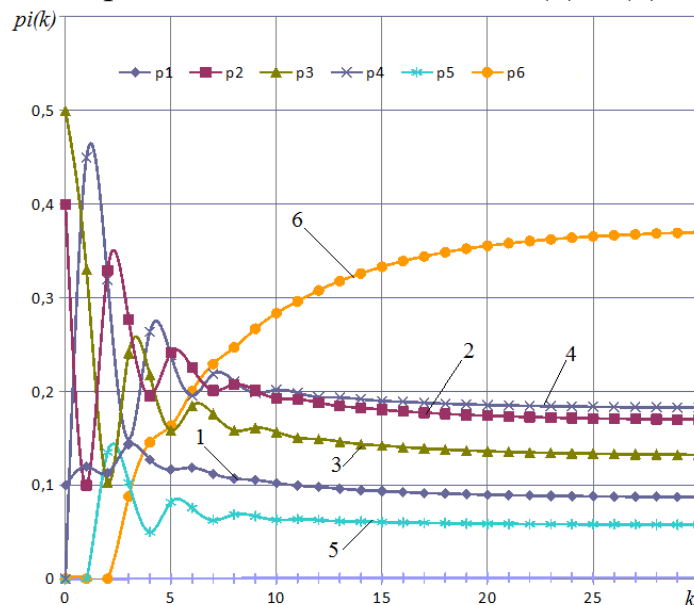


Рисунок 3 – Траектория развития проектов выполнения закупок:

- 1 - формирование заявки; 2 - лимит финансирования; 3 - годовой план закупок;
- 4 - маркетинговый анализ; 5 - оформление договора; 6 - выполнения поставки.

Как видно, полученные результаты отображают в количественной форме существующую на практике определенную колебательность системы, особенно на начальной стадии, выполнения проектов закупок. Это связано стем, что

инициация процесса закупок сопряжена с необходимостью выполнения специфической итерационной процедуры согласования и выбора поставщиков. После 5-го шага система начинает выходить на устойчивую траекторию. При этом на 30-ом шаге становится ясным, что около 37 % инициированных проектов закупок завершаются успешно и переходят в состояние выполнения поставки.

Выводы. Таким образом, можно сделать вывод, что построенная модель закупок с использованием однородной цепи Маркова с дискретным временем и дискретными состояниями составляют основу трансформации знаний и компетентности разработчиков модели в программный продукт, который позволяет оценить эффективность процесса закупок в ОП РАЭС. Очевидно, что предложенный способ оценки эффективности процесса закупок может быть применен и для других предприятий после определения новых переходных вероятностей, которые соответствуют уровню организационного развития этих предприятий, поскольку значения элементов матрицы $\|\pi_{ij}\|$ фактически «настраивают» цепь Маркова на свойства конкретного объекта [26].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ОП «Ривненская атомная электростанция» НАЭК «Энергоатом» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ukr-prom.com/firm-8882/>
2. 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 «ХПИ», 2012. – Вип. 7. – С. 217 – 223.
3. 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.
4. 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.
5. Колесникова, Е. В. Моделирование слабо структурированных систем проектного управления / Е. В. Колесникова // Тр. Одес. политехн. ун-та. – 2013. - № 3. – С. 127 – 131.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.

12. 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.
13. 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.
14. 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 «ХПІ», 2013. – С. 246 – 253.
15. 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.
16. 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.
17. 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.
18. 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.
19. Колеснікова, К. В. Моделювання стратегічного управління міжнародною діяльністю університету [Текст] / К. В. Колеснікова, С. М. Гловацкая, С. В. Руденко // Проблемы техники. - № 1.— 2013. — С. 95 – 101. - Режим доступа: [www/URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ptekh_2013_1_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ptekh_2013_1_12)
20. 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>
21. 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 доступа: <http://journals.uran.ua/urss/article/view/41121>
22. 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.
23. 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.
24. 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.
25. "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.
26. Project management theory as a basis for the development of new practices / A. Kolesnikov, V. Gogunskii, K. Kolesni-kova, D. Lukianov, T. Olekh // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. - 2016. - № 5/2 (83).
27. Дослідження марківських ланцюгів за допомогою фундаментальної матриці / Т. М. Олех, В. Д. Гогунський, Ю. С. Барчанова, К. М. Дмитренко // Вісник НТУ «ХПІ». Стратегічне управління. -2016. - № 2(1174). – С.17-21. doi: <http://dx.doi.org/10.20998/2413-3000.2016.1174.4>
28. Загальні механізми формування системи цитування наукових статей / В.Д. Гогунський, В.А. Яковенко, Т.А.Лященко, Т.В. Отрадская / Вісник НТУ «ХПІ». Стратегічне управління. -2016. - № 1(1173). – С.14-18. doi: 10.13140/RG.2.1.1880.5203