

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ЦИФРОВОЙ КОПИЕЙ ПРЕДПРИЯТИЯ ЕВРОПЕЙСКИМИ КВАЛИФИКАЦИОННЫМИ РАМКАМИ КАК ЗАДАЧА УПРАВЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ

Масаев С.Н.

Сибирский федеральный университет,
Россия, г. Красноярск, пр. Свободный д.79

faberi@list.ru

Аннотация: Деятельность предприятия моделируется как цифровая копия и рассматривается как динамическая система. Оценка управления им выполнена интегральным показателем. Алгоритм выполнен в авторском комплексе программ по анализу 1,2 млн. значений. Исследование показало существенные изменения параметров цифровой копии в зависимости от режимов управления.

Ключевые слова: теория управления, динамическая система, параметры внешней среды, режим интегральные показатели, Европейские квалификационные рамки.

Введение

В 1960 г. Европейское пространство вело работу по признанию различных квалификационных документов об окончании профессионального обучения, которые необходимы для работы в странах европейского экономического союза (ЕЭС) [1]. С того момента до сегодняшних дней европейское межвузовское взаимодействие усиливалось, которое можно охарактеризовать следующими этапами: 27 июня 2002 г. совет Европы Еврокомиссии обозначил потребность в правилах обобщающих квалификации студентов на основе Болонской конвенции [2]. В 2004 г. странами ЕС создан документ квалификаций Europass (Европейский паспорт) [3, 4]. В 2005 г. страны Евросоюза приняли и подписали Директиву по срокам обучения и форме диплома [5]. В 2008 г., на основании документа принятого в 2005 г., созданы Европейские квалификационные рамки для стран ЕС [6].

В теории управления деятельность экономического объекта, как системы, изучается различными способами: межотраслевыми балансами, векторным, параметрическим и нейросетевым моделированием, агентным подходом и т.д. при этом контур управления через Европейские квалификационные рамки не идентифицирован как отдельный объект для изучения. Проблема в том, что параметры, характеризующие Европейские квалификационные рамки персонала предприятия, остаются без учета из-за определенных сложностей. В рамках изучения предприятия, как динамической системы, нет формализованного подхода этого метода, поэтому выявить и интерпретировать в них какие-либо закономерности сложно.

В качестве объекта в работе будет рассмотрена деятельность предприятия, как системы. Подобными системами занимались авторы: В. В. Леонтьев [7] и Л. В. Канторович [8], А. Г. Гранберг, А. Г. Аганбегян, В. Ф. Кротов [9]. В 2009 г. автором статьи предложен метод интегральных показатели, позволяющие оценить динамику развития предприятия как системы с учетом факторов внешней среды.

Целью статьи: оценить состояние экономического объекта как многомерной динамической системы в базовом режиме работы и режиме управления им, через Европейские квалификационные рамки при неизвестных параметрах внешней среды.

1 Основная часть

В работе используем балансовый метод В. Леонтьева. Предварительно, для использования выбранного метода, выполнена идентификация изучаемого объекта как системы [10]. Вместо натуральных единиц материалов, характеризующих процессы предприятия, используем денежные единицы. Существует система распределения денег n

$$\begin{cases} X^1 = x_1^1 + x_2^1 + \dots + x_j^1 + \dots x_n^1 + Y^1, \\ X^2 = x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_j^2 + \dots x_n^2 + Y^2, \\ \dots \\ X^i = x_1^i + x_2^i + \dots + x_j^i + \dots x_n^i + Y^i, \\ \dots \\ X^n = x_1^n + x_2^n + \dots + x_j^n + \dots x_n^n + Y^n, \end{cases} \quad (1)$$

первое – из матричного представления $(E - A)X = Y$ (E – единичная матрица) можно наблюдать общую сумму штрафа по всем процессам с учетом различных вариантов их взаимодействия (задача наблюдения);

второе – определять максимальную или минимальную величину общего штрафа, задавая необходимый уровень взаимодействия между процессами $(E - A)^{-1}Y = X$ (задача планирования). Данную задачу решают через оптимизационный метод.

При планировании деятельности через $(E - A)^{-1}Y = X$ обозначим через C_j^i приток дополнительных денег, $i = 1, 2, \dots, n$, $j = 1, 2, \dots, n$ тогда [9]

$$\begin{cases} c_1^1 Y^1 + c_2^1 Y^2 + \dots + c_j^1 Y^j + \dots + c_n^1 Y^n = X^1, \\ c_1^2 Y^1 + c_2^2 Y^2 + \dots + c_j^2 Y^j + \dots + c_n^2 Y^n = X^2, \\ \dots \\ c_1^i Y^1 + c_2^i Y^2 + \dots + c_j^i Y^j + \dots + c_n^i Y^n = X^i, \\ \dots \\ c_1^n Y^1 + c_2^n Y^2 + \dots + c_j^n Y^j + \dots + c_n^n Y^n = X^n, \end{cases} \quad (6)$$

если

$$Y = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix}, \quad (7)$$

тогда

$$X = \begin{pmatrix} X^1 \\ X^2 \\ \dots \\ X^i \\ \dots \\ X^n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} c_1^1 c_2^1 \dots c_j^1 \dots c_n^1 \\ c_1^2 c_2^2 \dots c_j^2 \dots c_n^2 \\ \dots \\ c_1^i c_2^i \dots c_j^i \dots c_n^i \\ \dots \\ c_1^n c_2^n \dots c_j^n \dots c_n^n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} c_1^1 \\ c_1^2 \\ \dots \\ c_1^i \\ \dots \\ c_1^n \end{pmatrix}, \quad (8)$$

характеризует размер денег во всех процессах на привлечение единицы денег первого процесса.

$$\text{Если } Y = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix}, \text{ тогда } \begin{pmatrix} c_1^1 c_2^1 \dots c_j^1 \dots c_n^1 \\ c_1^2 c_2^2 \dots c_j^2 \dots c_n^2 \\ \dots \\ c_1^i c_2^i \dots c_j^i \dots c_n^i \\ \dots \\ c_1^n c_2^n \dots c_j^n \dots c_n^n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ \dots \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} c_2^1 \\ c_2^2 \\ \dots \\ c_2^i \\ \dots \\ c_2^n \end{pmatrix},$$

характеризует движение денег всех процессов на привлечение единицы процесса второго узла.

Если

$$Y = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \dots \\ 1 \end{pmatrix}, \quad (9)$$

тогда

$$X = \begin{pmatrix} X^1 \\ X^2 \\ \dots \\ X^i \\ \dots \\ X^n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} c_1^1 c_2^1 \dots c_j^1 \dots c_n^1 \\ c_1^2 c_2^2 \dots c_j^2 \dots c_n^2 \\ \dots \\ c_1^i c_2^i \dots c_j^i \dots c_n^i \\ \dots \\ c_1^n c_2^n \dots c_j^n \dots c_n^n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \\ \dots \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} c_n^1 \\ c_n^2 \\ \dots \\ c_n^i \\ \dots \\ c_n^n \end{pmatrix}, \quad (10)$$

задействованы все процессы с потреблением денег по всем процессам.

Из-за того что c_j^i , матрицы $(E - A)^{-1}$ представляют собой расходы денег i процесса, идущие на привлечение дополнительных денег j процессом, ограниченных A .

Алгоритм расчета

1 шаг. ЭВМ № 2013614410 [11]. Фактические данные по процессам предприятия фиксируются в момент времени t как $x^i(t)$. Деятельность предприятия задана пространством X . Вектор значений n отображает состояние предприятия $x(t) = [x^1(t), x^2(t), \dots, x^n(t)]^T \in X$. Предприятие формализуем как цифровую копию, которую можно представить как многомерную динамическую систему $S = \{T, X\}$, где $T = \{t : t = 1, \dots, T_{\max}\}$ – множество моментов времени. Рассчитываем значения:

$$G = \sum_{t=1}^{T_{\max}} \sum_{i=1}^n G_i(t), \quad R_i(t) = G_i(t) = \sum_{j=1}^n |r_{ij}(t)|, \quad R_k(t) = \frac{1}{k-1} X_k^T(t) X_k(t) = \left\| r_{ij}(t) \right\|, \quad \text{где значение } k -$$

количество точек временного ряда (в расчете $k=6$ месяцев), $r_{ij}(t)$ – коэффициенты корреляции переменных $x^i(t)$ и $x^j(t)$ в момент времени t . Величину временного ряда k можно использовать для идентификации частоты влияния внешних факторов на систему [12]. Если данные характеризуют объект, то переходим к шагу 2, иначе повторяем 1 шаг.

2 шаг. ЭВМ № 2017616973. В системе $S = \{T, X\}$ формируем метод управления V через параметры v_i^j . Они сформированы как $v(t) = [v^1(t), v^2(t), \dots, v^n(t)]^T \in V$ - n - размерностью. Метод управления V характеризуется значением G и следовательно $V = G$, $V = \sum_{t=1}^{T_{\max}} \sum_{i=1}^n V_i^k(t)$.

Денежные средства имеют ограничение C , тогда $V(X) \leq C$. Данное ограничение распространяется на все подпроцессы исследуемой системы (предприятия). Проверяем полноту описания системы выбранной методикой. Если метод управления охватывает все уровни процессов и нам подходит, то переходим к шагу 3, иначе возвращаемся на шаг 2. Если методика для управления не найдена, но описание и управление системы выполняется только по автоматической нумерации переменных $x^i(t)$ и нас удовлетворяет, то переходим к шагу 3, иначе 1 шаг.

3 шаг. ЭВМ № 2008610295. Заданное управление можно проверить на оптимальность методом Р. Беллмана [13]. Если, по заданным целевым функциям $V_i^k = \sum_{i=1}^n v_i^j(x_j^i) \rightarrow \min$ не оптимально (выбирается наименьшее значение), то возвращаемся на шаг 1, иначе переходим к шагу 4.

4 шаг. ЭВМ № 2017616970. Считаем эффективность управления. При низкой эффективности задаем новый сигнал управления и переходим к шагу 1, иначе конец алгоритма.

2 Объект исследования

Предприятие, используемое в качестве примера (как динамический объект) характеризуется производственными, обслуживающими и административными процессами. Производственные процессы включают в себя все технологические процессы на которые задействуются основные средства, рабочие, товарно-материальные ценности. Вспомогательные процессы включают в себя основные средства, работников, товарно-материальные ценности задействованные на поддержания основных процессов производства. Административные процессы включают в себя основные средства, дополнительные ресурсы направленные на управление всеми процессами предприятия. На предприятии заготавливает 800 тыс. м³ круглого леса в Северо-Енисейском районе. Доставку заготовленного сырья осуществляют на баржах по реке Енисей в судоходный период с июня по сентябрь. Из заготовленного круглого леса производится продукция глубокой переработки древесины: доска половая, брус клееный, евровагонка и др. Через 1,5 года планируется увеличения производства в два раза за счет кредитных средств банка с учетом налоговых льгот при определенных сценариях развития рынка и стратегии предприятия. Полностью цифровая копия данного предприятия описана в отдельной работе [12].

На данном предприятии внедряется контур управления через Европейские квалификационные рамки: восемь уровней на основе диплома о образовании, знания, умения, личностные и профессиональные компетенции (автономия и ответственность, умение учиться, коммуникативная и социальная компетенция, профессиональная компетенция) [6].

3 Моделирование

Размерность динамической системы S – 1,2 млн. значений. Метод контура управления V – Европейские квалификационные рамки. Расход денег в обычном режиме – 5 641 442 тыс. руб. С 7 периода нанимается один менеджер по персоналу в соответствии с направлениями деятельности предприятия для ведения выбранного метода управления на нем (динамической системе). Менеджер организует постепенное переобучение всего персонала предприятия. Время выполнения алгоритма моделирования – 434 минут.

Результат оценки режима управления ζ через метод управления Квалификационными Европейскими Рамками в таблице 1 и рисунке 1.

Таблица 1. Значение показателя $V_{\text{КвалЕврРамки}}^k$

t	$V_{\text{КвалЕврРамки}}^k$	t	$V_{\text{КвалЕврРамки}}^k$	t	$V_{\text{КвалЕврРамки}}^k$
1	86,34	20	153,91	39	53,51
2	69,94	21	164,53	40	51,84
3	47,43	22	151,00	41	72,03
4	52,35	23	144,74	42	93,08
5	58,26	24	119,09	43	99,23
6	73,39	25	91,02	44	115,79
7	95,25	26	104,60	45	110,12
8	92,64	27	91,59	46	103,64
9	95,53	28	79,04	47	87,22
10	71,17	29	76,26	48	68,27
11	61,42	30	95,32	49	54,14
12	59,48	31	104,10	50	62,51
13	64,88	32	97,66	51	49,02
14	74,87	33	81,19	52	60,58
15	55,45	34	75,23	53	59,33
16	56,93	35	68,52	54	147,33
17	84,06	36	60,51	55	158,41
18	114,42	37	53,13	56	156,87
19	132,20	38	61,65	57	167,90

Режим работы ЕКР в сравнении со стандартным режимом представлен на рисунке 1.

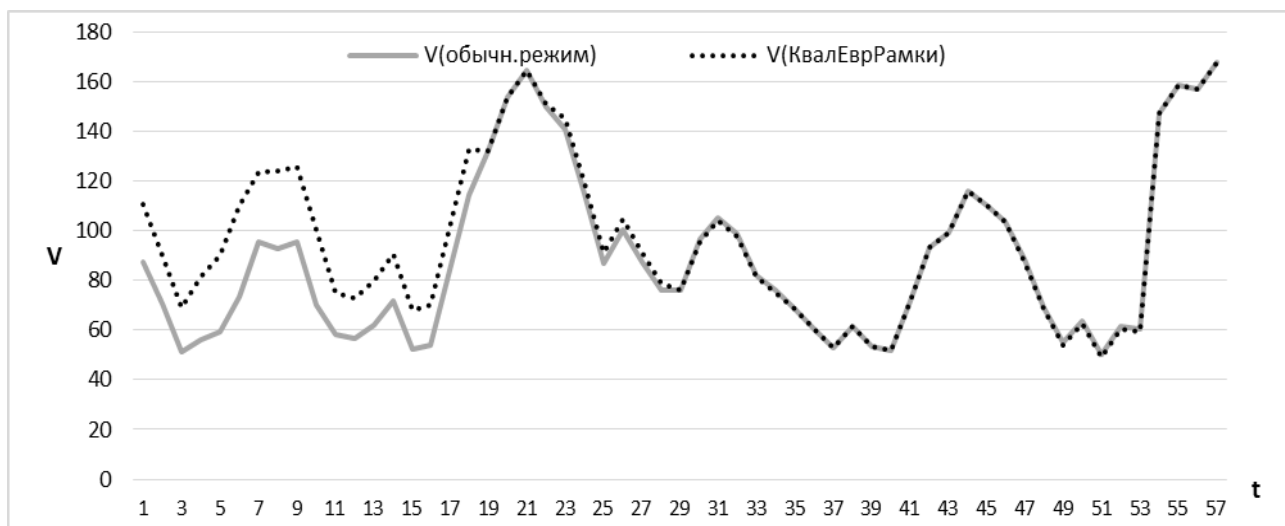


Рис. 1. Динамика параметра $V_i(t)$

Заключение

Дополнительный расход денег (заработная плата, командировки, обучение выбранному методу управления, налоги, канцелярия, связь) на внедрение метода управления динамической системой по Европейским квалификационным рамкам составит 12 162 тыс. руб. Затраты предприятия за весь моделируемый период составят 5 663 643 тыс. руб.

Методом интегральных показателей выполнена оценка режимов работы экономического объекта как динамической системы: первый режим $V_{\text{обычн. режим}}^k$ – 5 069,93 единиц и второй режим после внедрения Европейских квалификационных рамок $V_{\text{КвалЕврРамки}}^k$ – 5 490,54. Следовательно, оценка перехода на управление объектом через Европейские квалификационные рамки оценивается как $\Delta V = V_{\text{КвалЕврРамки}}^k - V_{\text{обычн. режим}}^k = 420,60$. Цель статьи достигнута.

Данный подход был применен для расчета 28 режимов управления по различным методам: цели, стратегии, стандарт информационной безопасности BS 7799-3-2006, V-modell, Hermes, VZPM, PRINCE2, DIN69901, Bsi, КАНАРСПИ, Межгосударственная система стандартов, CAN-CSA, ANCSPM, Solow, PROMAT, P2M, жизненные циклы предприятия Ицхака Адизеса, Сто правил НАСА, должностные инструкции, компетенции выпускников СФУ, Универсальные компетенции, Таксономия Блума, Дублинские Дескрипторы, Национальные Квалификационные Рамки, компетенции IPMA, компетенции РМВоК, компетенции P2M, компетенции Hermes [14-16].

Литература

1. Beschluss 63/266/EWG.
2. Amtsblatt C 163 vom 9.7. 2002, S. 1.
3. Kommunique von Maastricht zu den zukünftigen Prioritäten der verstärkten europäischen Zusammenarbeit in der Berufsbildung, Maastricht 14. Dezember 2004.
4. Richtlinie 2005/36/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die Anerkennung von Berufsabschlüssen, verabschiedet am 6. Juni 2005
5. Shared 'Dublin' descriptors for Short Cycle, First Cycle, Second Cycle and Third Cycle Awards. A report from a Joint Quality Initiative informal group (contributors to the document are provided in the Annex). 18 October 2004. Режим доступа: http://www.nvao.net/page/downloads/Dublin_Descriptors.pdf
6. Der europäische Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen (EQR), Luxemburg 2008. URL: http://ec.europa.eu/dgs/education_culture/publ/pdf/eqf/broch
7. Leontief W.W. The Structure of American Economy, 1919-1939. Cambridge: Harvard Univ. Press, 1941.
8. Канторович Л.В. Математико-экономические работы. Новосибирск: Наука, 2011. 760 с.
9. Кротов В.Ф. Основы оптимального управления // М.: Высшая школа. 1990. 430 с.
10. Патент № 2741138 С1 Российская Федерация, МПК G05B 19/00, G06F 17/10. Способ идентификации объекта как системы : № 2019143313 : заявл. 23.12.2019 : опубл. 22.01.2021 / С. Н. Масаев.
11. Масаев С.Н. Программа для расчета экономической модели функционирования предприятия, занимающегося заготовкой и глубокой переработкой различных пород древесины при определенных сценариях развития рынка и стратегии // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2013614410 / Заявка № 2013611869 от 12.03.2013

12. *Masaev S.N.* Depth of Planning the State of a Dynamic Discrete System by Autocorrelation Function // 2020 International Russian Automation Conference, RusAutoCon 2020, Sochi, 06–12 сентября 2020 года. – Sochi: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2020. – P. 989-993.
13. *Bellman R.* Dynamic programming, Princeton University Press, New Jersey, 1957.
14. *Масаев С.Н.* Концепция построения структуры управления динамической системой // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2021. – Т. 64. – № 1. – С. 40-46. – DOI 10.17586/0021-3454-2021-64-1-40-46.
15. *Масаев С.Н.* Идентификация объекта как системы на основе интегральных показателей // Информатизация и связь. – 2020. – № 6. – С. 65-67.
16. *Масаев С.Н.* Алгоритм оценки состояния системы (санкции, HR, TQM, РМВОК, COVID-19, пожарная безопасность) методом интегральных показателей // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2021. – № 1. – С. 36-48. – DOI 10.24143/2072-9502-2021-1-36-48.