

Применение марковской модели движения трудовых ресурсов в предприятиях внешнеэкономической деятельности

Application of the Markov model of the movement of labor resources in enterprises of foreign economic activity

УДК 339

Получено: 15.03.2022

Одобрено: 04.04.2022

Опубликовано: 25.04.2022

Чупина Ж.С.

Канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры таможенного дела юридического института, РУДН

e-mail: lemesheva.87@bk.ru

Chupina Zh.S.

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Customs Affairs of the Law Institute, RUDN University

e-mail: lemesheva.87@bk.ru

Назарова Ю.А.

Канд. экон. наук, доцент департамента инновационного менеджмента в отраслях промышленности инженерной академии, РУДН

e-mail: j.a.nazarova@mail.ru

Nazarova Yu.A.

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Management of Innovation in the Engineering Business, Engineering Academy, RUDN

e-mail: j.a.nazarova@mail.ru

Бойков А.А.

Аспирант РУДН

e-mail: Yuponesa@yandex.ru

Boikov A.A.

Postgraduate student, RUDN University

e-mail: Yuponesa@yandex.ru

Аннотация

В работе рассматривается марковская модель движения трудовых ресурсов в предприятиях внешнеэкономической деятельности. В настоящее время движение трудовых ресурсов предприятий можно представить на основе экономико-математических моделей. Главной особенностью этих моделей является то, что они позволяют учитывать случайный характер поведения отдельных индивидуумов в движении потоков людских масс. Специфической чертой рассматриваемых процессов является необходимость учета прогнозируемого поведения потоков трудовых ресурсов при выборе плановыми отделами того или иного решения. Это обстоятельство обуславливает целесообразность развития и применения управляемых марковских моделей.

Ключевые слова: марковские модели, трудовая миграция, внешнеэкономическая деятельность, управление ресурсами, устойчивость.

Abstract

The paper considers the Markov model of the movement of labor resources in enterprises of foreign economic activity. Currently, the movement of labor resources of enterprises can be represented on the basis of economic and mathematical models. The main feature of these models is that they allow us to take into account the random nature of the behavior of individual individuals in the flow of human masses. A specific feature of the processes under consideration is the need to take into account the predicted behavior of labor flows when choosing a particular solution by planning departments. This circumstance determines the expediency of the development and application of controlled Markov models.

Keywords: markov models, labor migration, foreign economic activity, resource management, sustainability.

1. Введение

Проблемы рационального использования трудовых ресурсов в настоящее время приобретают все большее значение [1–5]. При изучении процессов движения трудовых ресурсов (межотраслевого, межпрофессионального, территориального и т.д.), являющихся сложными социально-экономическими процессами, широкое применение находят марковские модели [6–10]. Эти модели позволяют учитывать случайный характер поведения отдельных индивидуумов в движении потоков людских масс. Специфической чертой рассматриваемых процессов является необходимость учета прогнозируемого поведения потоков трудовых ресурсов при выборе плановыми отделами того или иного решения [11–15, 25]. Это обстоятельство обуславливает целесообразность развития и применения управляемых марковских моделей. В простейших моделях этого типа рассматриваются управления, обеспечивающие сохранение или достижение некоторой заданной структуры распределения трудовых ресурсов внутри некоторой системы. Двумя основными способами управления являются изменение величины потока ресурсов при обмене с внешней средой и изменение величины потоков внутреннего перераспределения ресурсов. Отметим, что второй способ более сложен и менее изучен, но представляется более эффективным. В статье рассматривается один из вопросов, возникающих при выборе управления, а именно, вопрос описания множества допустимых целей и множества допустимых управлений.

2. Типовая исходная задача

2.1. Простейшая закрытая марковская модель.

Необходимо начать с рассмотрения регулярной цепи Маркова с конечным числом состояний k и дискретным временем. Вероятности переходов некоторой частицы (единицы трудовых ресурсов, в предельном случае – индивидуума) задаются матрицей P и известно начальное распределение $g(0)$. Как известно, распределение $g(t)$ вероятностей пребывания частицы в состояниях системы в момент времени t определяется следующим образом

$$g(t) = g(0)P^t$$

где $g(t)$ $g(0)$ – векторы-строки.

К марковской модели можно прийти при различных исходных предположениях о характере движения трудовых ресурсов. Мы будем предполагать, что поведение каждого отдельного индивидуума в процессе движения потока трудовых ресурсов с помощью случайного блуждания частицы по состояниям некоторой системы, являющегося цепью Маркова. Предполагается также, что движение потока трудовых ресурсов можно рассматривать как движение N – общее число индивидуумов. Нас будет интересовать

поведение вектора $Ng(t)$ среднего числа частиц в каждом из состояний через достаточно большой промежуток времени. Из теории регулярных цепей Маркова известно, что существует предел

$$Ng = \lim_{t \rightarrow \infty} Ng(t),$$

где $g = gP$ – вектор финальных вероятностей, не зависящий от начальных условий.

Более реальная модель, известная под названием «mover-stayer model», была предложена в работе [6], являющейся, одной из первых работ, посвященных применению теории марковских процессов при изучении вопросов движения трудовых ресурсов. В основе этой модели лежит предположение, что вся совокупность частиц может быть разделена на две совокупности частиц разного типа. Частицы одного типа (stayer) – с вероятностью 1 остаются в первоначальных состояниях, а частицы другого типа (mover) – перемещаются из состояния в состояние с вероятностями переходов, задаваемыми матрицей P . В этом случае

$$Ng(t) = Ng(0)S + Ng(0)(I - S)P^t,$$

где S – диагональная матрица, задающая доли числа частиц первого типа в каждом из состояний.

2.2. Простейшая управляемая марковская модель.

Более реальной, чем простейшая марковская модель, является и открытая модель.

Пусть f_i среднее число единиц трудовых ресурсов, прибавившихся в состоянии i (если $f_i \geq 0$) или покинувших его (если $f_i \leq 0$) за единицу времени в результате обмена. В этом случае

$$Ng(t) = Ng(0)P^t + \sum_{i=1}^t fP^i,$$

при условии, что

$$g(t) \geq 0 \quad (t = 0, 1, 2, \dots).$$

(1)

Предполагается также, что общее число единиц трудовых ресурсов N неизменно, а вектор f удовлетворяет условию

$$\sum_{i=1}^k f_i = 0. \tag{2}$$

В рамках этой модели становится возможным обсуждение задачи достижения и устойчивости некоторой целевой структуры g^* , при этом вектор f играет роль постоянного по времени управляющего воздействия. Независимо от начальной структуры $g(0)$, устойчивая цепь g^* достигается при следующем выборе управляющего вектора

$$f = Ng^*(I - P). \tag{3}$$

Отметим, что соотношение (3) можно рассматривать как условие устойчивости структуры g^* во времени и получить его непосредственно из уравнения, связывающего $g(t+1)$ и $g(t)$.

При обсуждении этих вопросов возможен и другой подход, использующий методы теории поглощающих цепей. В этом случае предполагается, что кроме обмена с внешней средой возможно исчезновение трудовых ресурсов внутри рассматриваемой системы, для чего вводится дополнительное, поглощающее состояние. Вектор f определяется теперь соотношением

$$f = Ng^*(I - Q),$$

где Q – матрица вероятностей переходов между непоглощающими состояниями, и

$$\sum_{j=1}^k q_{ij} + \omega_i = 1 \quad (i = 1, 2, \dots, k),$$

где ω_i – вероятность исчезновения единицы трудовых ресурсов из i -го состояния.

3. Формализованное представление исследуемой модели

В данном исследовании рассматривается открытый вариант модели. Рассмотрим простейший случай, когда основное уравнение имеет вид

$$Ng(t+1) = Ng(t)P + f,$$

где N, f, P постоянны. Но, в отличие от модели работы [6], теперь предполагается, что каждая единица трудовых ресурсов из состояния i может быть в момент времени t либо пассивной и с вероятностью 1 оставаться в i -ом состоянии, либо активной и тогда ее поведение описывается i -ой строкой регулярной матрицы P . Предполагается также, что поведение каждой единицы трудовых ресурсов является рандомизацией этих двух возможных способов поведения с вероятностью выбора активного поведения, равной m_i .

В этом случае матрица переходов P и представима в виде

$$P = [I - M(I - P)],$$

где M – диагональная матрица.

Управление и допустимые цели.

В рассматриваемой модели условие устойчивости некоторой структуры g имеет вид

$$Ng = Ng[I - M(I - P)] + f \text{ или } NgM(I - P) = f.$$

Необходимо заметить, что при устойчивости некоторой структуры g будет постоянным и вектор NgM среднего числа единиц трудовых ресурсов с активным поведением и общее среднее число A единиц ресурсов с таким поведением.

4. Заключение

Все большая острота проблемы рационального использования трудовых ресурсов настоятельно требует создания и применения экономико-математических моделей, позволяющих не только прогнозировать движение людей, но и управлять ходом этого движения и давать прогноз с учетом этого управления [16–19]. Существенной его особенностью является то, что управляющее воздействие оказывается на людей, поэтому оно может носить лишь опосредованный характер, изменяя условия и факторы, влияющие на поведение людей.

Необходимость учета неопределенности, присущей поведению каждого индивидуума, обуславливает рассмотрение стохастических управляемых моделей движения трудовых ресурсов, которые в настоящее время мало исследованы. Сложность проблем, стоящих перед исследователями, делает логичным рассмотрение сначала простейших моделей, позволяющих осуществлять экспериментальную проверку [20, 21]. При этом естественно, в первую очередь, рассматривать управление в марковских моделях, находящих самое широкое применение при изучении рассматриваемых процессов.

При рассмотрении вопросов управления возникает ряд проблем, как, например: необходимость учета различных альтернативных вариантов управления, приводящую к увеличению объема вычислений и прогнозированию, более точное описание «механизма» распределения потоков трудовых ресурсов, оценивание величины ошибки прогноза с учетом управления.

Полученные результаты позволяют описывать множества допустимых целей и управлений, что позволяет при прогнозировании исключать из рассмотрения заведомо неприемлимые цели и способы управления и учитывать ограничения, наложенные на

параметры модели. Основное внимание сосредоточено на рассмотрении вопроса выбора управления, изменяющего «механизм» внутреннего перераспределения потоков трудовых ресурсов, являющегося, на наш взгляд, ключевым вопросом при рассмотрении класса управляемых моделей.

Более подробно обсуждение экономического смысла предпосылок, лежащих в основе модели, можно найти в работах [10, 22, 23, 24]. Предложенная в них модификация марковской модели применялась при изучении межотраслевого движения трудовых ресурсов. Оценка параметров модели производилась на основе межотраслевого баланса движения трудовых ресурсов. Рассматриваемая модель является достаточно общей и может быть применена не только при изучении межотраслевого движения трудовых ресурсов.

Литература

1. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Лобас Е.В., Синельников И.В.* Прикладной макроэкономический анализ.- Люберцы: Российская таможенная академия. 2010. 402 с.
2. *Сауренко Т.Н., Тебекин А.В.* Макромодель структурных изменений экономики государства на этапах ее эволюционного развития // Журнал исследований по управлению. 2020. Т. 6. № 4. С. 69-77.
3. *Сауренко Т.Н.* Методологические основы оценки устойчивости таможенных союзов // Академический вестник Ростовского филиала Российской таможенной академии. 2015. № 2 (19). С. 44-46.
4. *Анисимов Е.Г.* Экономическая политика в системе национальной безопасности Российской Федерации // Вестник академии военных наук. 2017. № 1 (58). С. 137-144.
5. *Тебекин А.В.* Модель прогноза стоимости и сроков модернизации промышленных предприятий // Журнал исследований по управлению. 2019. Т. 5. № 3. С. 31-37.
6. *Blueten I., Kogan M., Macarthy P.I.* The industrial Mobility of Labor as a Probability Process.- N.Y.: 1985
7. *Анисимов В.Г.* Применение математических методов при проведении диссертационных исследований. Москва: Российская таможенная академия, 2011.- 514 с.
8. *Чварков С.В.* Учет неопределенности при формировании планов инновационного развития военно-промышленного комплекса // Актуальные вопросы государственного управления Российской Федерации: Сборник материалов круглого стола.- Военная академия генерального штаба вооруженных сил Российской Федерации, Военный институт (Управления национальной обороной). 2018. С. 17-25.
9. *Анисимов В.Г.* Сведение случайных процессов к эквивалентным цепям маркова / *В.Г. Анисимов, Е.Г. Анисимов, В.А. Бутенко, В.М. Крикун, А.Ю. Северьянов* // В сборнике: Применение математического моделирования, вычислительной техники и математических методов в военно-научных исследованиях: Доклады и тезисы выступлений на постоянно действующем семинаре по вопросам методологии военно-научных исследований и испытаний сложных технических систем.- Министерство обороны СССР. 1991. С. 121.
10. *Алексеев О.Г.* Алгоритмы исследования марковских моделей // В сборнике: Статистический эксперимент и моделирование в научных исследованиях: Доклады и тезисы выступлений на постоянно действующем семинаре по вопросам исследований и испытаний сложных технических систем.- Москва. 1986. С. 54-61.
11. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Капитоненко В.В.* Экономико-математические методы и модели в мирохозяйственных связях. - Москва: Российская таможенная академия, 2011. - 180 с.
12. *Анисимов В.Г.* Стратегическое управление инновационной деятельностью: анализ, планирование, моделирование, принятия решений, организация, оценка. - Санкт-Петербург, 2017. - 312 с.

13. Чварков С.В. Обоснование путей обеспечения устойчивости планов инновационного развития оборонно-промышленного комплекса // Военная мысль. 2019. № 7. С. 114-119.
14. Черныш А.Я., Мельник Д.А. Модель поддержки принятия решений при формировании программ инновационного развития предприятий электротехнической отрасли машиностроения // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. 2021. Т. 18. № 4 (118). С. 140-151.
15. Тебекин А.В. Методический подход к моделированию процессов формирования планов инновационного развития предприятий / А. В. Тебекин [и др.] // Журнал исследований по управлению. 2019. Т. 5. № 1. С. 65-72.
16. Анисимов В.Г. Теоретические основы управления инновациями. - Санкт-Петербург, 2016. - 472 с.
17. Чварков С.В. Учет неопределенности при формировании планов инновационного развития военно-промышленного комплекса // Актуальные вопросы государственного управления Российской Федерации: Сборник материалов круглого стола.- Военная академия генерального штаба вооруженных сил Российской Федерации, Военный институт (Управления национальной обороной). 2018. С. 17-25.
18. Зегжда П.Д. Модели и метод поддержки принятия решений по обеспечению информационной безопасности информационно-управляющих систем // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. 2018. № 1. С. 43-47.
19. Солохов И.В. Проблемы научно-методического обеспечения межведомственного информационного взаимодействия // Военная мысль. 2017. № 12. С. 45-51.
20. Авдеев М.М. Информационно-статистические методы в управлении микроэкономическими системами. Санкт-Петербург; Тула: Международная академия информатизации. - 2001. - 139 с.
21. Быстров А.Г., Лобас Е.В. Метод оценивания обоснованности управленческих решений // Вестник Российской таможенной академии. 2008. № 2. С. 103-106.
22. Анисимов В.Г. Математические методы и модели в экономическом и таможенном риск-менеджменте. - Санкт-Петербург, 2016.- 236 с.
23. Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Босов Д.Б. Математические модели и методы управления инновационными проектами.- Москва: Министерство образования и науки РФ, Институт современной экономики. 2009.- 188 с.
24. Анисимов В.Г. Модель поддержки принятия решений при формировании товарной стратегии и производственной программы предприятия // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. 2016. № 2. С. 62-73.
25. Тебекин А.В. МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ. Учебник / Москва, 2016. Сер. 58 Бакалавр. Академический курс (1-е изд.)