

Математическое моделирование социально-трудовых процессов¹

Пономарев И.В., Родионов Е.Д., Родионова Л.В.
Алтайский государственный университет
Институт экономики и ОПП СО РАН
igorpon@mail.ru, edr2002@mail.ru, lvrieie@mail.ru

Аннотация

Основной целью данной работы является исследование и прогнозирование социально-трудовых процессов в регионе с помощью комплекса экономико-математических моделей.

Глубокое качественное изучение сложных системных объектов с большим количеством связей и зависимостей возможно лишь на основе разработки и внедрения современных экономико-математических методов и моделей. Вместе с тем, при исследовании социально-трудовых процессов как в России так и за рубежом сегодня преобладают статистические методы анализа и используются классические регрессионные модели. Стоит заметить, что исследование статистических данных сопряжено с рядом трудностей: малый объем данных, наличие качественных показателей, неточное представление о механизмах формирования наблюдаемого значения. Одним из способов преодоления этих затруднений является использование нечетких математических моделей. На сегодняшний день методы нечеткой математики уже хорошо зарекомендовали себя при исследовании в области анализа, прогнозирования и моделирования социально-экономических процессов. Большое внимание разработке новых эффективных методов применения теории нечетких множеств в экономике уделено в работах отечественных и зарубежных ученых, таких как: G.Vojadziev, H.J.Zimmermann, Zadeh L., Bellman R., Tah H. M., А.О.Недосекин, В.П.Бочарников [1–6].

Основной целью исследования являлась разработка системы имитационных и эконометрических моделей для анализа, прогнозирования и регулирования социально-трудовых процессов в регионе. Необходимо было решить следующие задачи: разработать теоретическую концепцию объекта исследования, создать систему экономико-математических моделей и апробировать ее на примере Алтайского края, с помощью полученного комплекса моделей построить прогноз развития социально-трудовых процессов на краткосрочную и среднесрочную перспективу и разработать предложения по совершенствованию политики их регулирования в регионе.

Для достижения поставленных целей и задач были модифицированы модели, построенные авторами ранее [7]:

- модель формирования и развития рынка труда,
- модель интегральной оценки напряженности на рынке труда,
- мультиномиальные логистические модели зависимости статуса сельских жителей на рынке труда от пола, возраста, уровня образования и места проживания,
- нечеткая линейная регрессионная модель по Чебышеву зависимости напряженности на региональном рынке труда от социально-экономических и демографических факторов,

¹Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты: № 16–01–00336А, № 16–31–00048мол_а), Минобрнауки РФ в рамках базовой части государственного задания в сфере научной деятельности ФГБОУ ВПО “Алтайский государственный университет” (код проекта: 1148).

– модель определения численности вакансий на рынке труда Алтайского края методом нечетких временных рядов и ряд других.

В результате проведенной работы построена система экономико-математических моделей развития социально-трудовых процессов в регионе.

Построенные авторами модели делятся на две группы: специальные математические модели, которые целенаправленно разработаны для анализа и прогнозирования рынка труда, и универсальные математические модели, которые могут быть использованы в различных областях науки и адаптированы к рынку труда. В последней группе выделены еще две подгруппы: классические универсальные математические модели, используемые в течение многих десятилетий в социально-экономических исследованиях и адаптированные к рынку труда, и новые универсальные математические модели, которые недавно созданы и потребовали большой работы по их адаптации к рынку труда.

Примером моделей из первой группы является разработанная авторами ранее система имитационных моделей формирования и развития рынка труда. Она включает семь уравнений, описывающих формирование предложения рабочей силы на рынке труда, и шесть уравнений, характеризующих формирование спроса на рабочую силу [8]. Итоговые уравнения имеют вид:

$$\begin{aligned} S_t &= c_t \cdot (Y_t + W_t + P_t + TS_t + MP_t + B_t) + E_t, \\ D_t &= c_t \cdot (VR_t + NR_t + TD_t + NS_t + PЗ_t) + E_t, \end{aligned}$$

где

c_t – доля наемной рабочей силы в общей численности занятых в период t ($t = 1 \dots T$);

Y_t – численность молодежи, нуждающейся в трудоустройстве;

W_t – численность женщин, нуждающихся в трудоустройстве после отпуска по уходу за ребенком;

P_t – численность пенсионеров, желающих работать;

TS_t – предложение рабочей силы, вызванное текучестью кадров;

MP_t – численность населения, прибывающего в регион на работу;

B_t – численность высвобожденных работников;

E_t – численность занятых в экономике региона (замещенные рабочие места);

VR_t – дополнительная потребность в рабочей силе, обусловленная вакантными рабочими местами;

NR_t – спрос на рабочую силу, вызванный новыми рабочими местами;

TD_t – дополнительный спрос на рабочую силу, обусловленный текучестью кадров;

$PЗ_t$ – численность рабочих мест, освободившихся в результате выхода на пенсию;

NS_t – численность умершей рабочей силы.

Другим примером такого класса моделей является модель интегральной оценки напряженности на рынке труда [7]:

$$J_n^r = 0,182y_1^r + 0,179y_2^r + 0,148y_3^r + 0,131y_4^r + 0,125y_5^r + 0,112y_6^r + 0,076y_7^r + 0,047y_8^r,$$

где J_n^r – индекс напряженности; r – индекс района ($r = 1 - 60$); y_i^r – унифицированный частный показатель напряженности i в регионе r (y_1^r – уровень официально зарегистрированной безработицы; y_2^r – число незанятых граждан на одну вакансию; y_3^r – среднемесячная начисленная заработная плата одного работника; y_4^r – удельный вес безработных, ищущих работу более года; y_5^r – просроченная задолженность по заработной плате в расчете на одного работника; y_6^r – доля молодежи в общей численности безработных; y_7^r – неотработанное время в связи с работой в режиме сокращенного рабочего времени и административными отпусками; y_8^r – доля женщин в общей численности безработных); коэффициенты при y_i^r – коэффициенты относительной важности частных показателей напряженности на рынке труда.

К числу нечетких математических моделей, разработанных авторами для исследования социально-трудовых процессов в регионе, можно отнести нечеткую линейную регрессионную модель по Чебышеву зависимости напряженности на региональном рынке труда от социально-экономических и демографических факторов. Математической основой данной модели является уравнение $Y = f(x_1, x_2, \dots, x_k)$, где $f \in \Phi$ – нечеткая числовая функция из некоторого семейства Φ , описывающего механизм взаимодействия входных и выходных факторов, то есть набору (x_1, x_2, \dots, x_k) сопоставляется нечеткое числовое значение Y . Наблюдаемое значение $y_i \in \mathbb{R}$ соответствующее $(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik})$ будем рассматривать как дефаззификацию нечеткого числа $Y_i = f(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik})$ [9].

Вторым разработанным инструментом исследования динамики развития социально-трудовых процессов, является модель определения численности вакансий на рынке труда Алтайского края методом нечетких временных рядов, т.е. временной ряд рассматривается как композиция $\tilde{X}_t = \tilde{X}_{t-\tau} \circ R(t, t - \tau)$, где \tilde{X}_t – значение показателя в момент времени t , обусловлено значением $\tilde{X}_{t-\tau}$. Нечеткое отношение $R(t, t - \tau)$, формируемое при анализе поведения ряда на предыдущем этапе, показывает направление изменения показателя в момент времени t [10].

Другие работы авторов по данной тематике представлены в трудах [11–20].

В дальнейшем предполагается получить следующие научные результаты:

1. Комплекс экономико-математических моделей и программ для анализа, прогнозирования и регулирования социально-трудовых процессов в регионе, включающий модели формирования, распределения и использования трудового потенциала, функционирования рынка труда, классические и нечеткие модели производительности труда и заработной платы.
2. Ретроспективный анализ и прогноз на среднесрочную и долгосрочную перспективу социально-трудовых процессов в Алтайском крае при помощи экономико-математических моделей. В частности, анализ и прогноз уровней, динамики и механизмов движения производительности и оплаты труда, спроса и предложения на рынке труда, формирования и использования трудового потенциала.
3. Предложения по совершенствованию социально-трудовой политики в регионе.

Полученные результаты могут внести существенный вклад в развитие экономики труда и эконометрии, теории математического моделирования социально-экономических систем и процессов. Экономико-математические подходы к комплексному исследованию социально-трудовых процессов в Алтайском крае могут быть полезны при их исследовании и прогнозировании в регионах России.

Список литературы

1. Bojadziev G., Bojadziev M. Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, Applications. — World Scientific Pub Co, 1996.
2. Zimmerman H.-J. Fuzzy Set Theory and its Applications. — Dordrecht : World Scientific Pub Co, 1996.
3. Zadeh L., Bellman R. Decision-making in a fuzzy environment // Management Science. — 1970. — Vol. 17, no. 4.
4. Tah H.M., Carr V. A proposal for construction project risk assessment using fuzzy logic // Construction Management & Economics. — 2000. — Vol. 18, no. 4.
5. Korolkov M., Nedosekin A., Segeda A. How to Select a Corporate Information System Using Fuzzy Sets // International Conference on Fuzzy Sets and Soft Computing in Economics and Finance FSSCEF 2004. — SPb., 2004. — Vol. 2. — P. 521–529.
6. Бочарников В.П. Fuzzy-технология: Математические основы. Практика моделирования в экономике. — СПб. : Наука – РАН, 2001.
7. Родионов Е.Д., Пономарев И.В., Родионова Л.В., и др. Математическое моделирование в социально-экономических и естественных науках: монография / АлтГУ, ИЭ ОПИ СО РАН. — Барнаул : ИП Колмогоров И.А., 2012.
8. Пономарев И.В., Родионов Е.Д., Родионова Л.В., и др. Математическое моделирование объектов науки: монография. — Барнаул : Концепт, 2010. — 160 с.
9. Ponomarev I.V., Slavsky V.V. Uniformly fuzzy model of linear regression // Journal of Mathematical Sciences. — 2012. — Vol. 186, no. 3. — P. 478–494.
10. Гуров А.В., Пономарев И.В. Моделирование численности вакансий на рынке труда Алтайского края // Известия Алтайского государственного университета. — 2014. — № 1/2. — С. 81–85.
11. Перекаренкова Ю.А., Пономарев И.В., Родионов Е.Д., Родионова Л.В. Региональный рынок труда: анализ, моделирование, прогноз // Вестник Алтайской науки. — 2014. — № 1(19). — С. 57–65.
12. Перекаренкова Ю.А., Родионова Л.В. Социально-трудовые права сельского населения: формальные нормы, реальные практики и перспективы, социологические исследования // Социологические исследования. — 2014. — № 5. — С. 88–96.
13. Пономарев И.В., Родионов Е.Д., Родионова Л.В., и др. Применение пакетов символьных вычислений к решению задач теории и практики: монография. — Барнаул : ИП Колмогоров И.А., 2014.
14. Пономарев И.В. Нечеткие временные ряды и их применение к моделированию социально-экономических процессов // Сборник статей международной конференции “Ломоносовские чтения на Алтае: фундаментальные проблемы науки и образования”. — Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2014. — С. 511–513.
15. Пономарев И.В., Родионов Е.Д., Родионова Л.В., Славский В.В. Комплекс моделей для построения и оценки вариантов развития регионального рынка труда // Вестник Алтайской науки. — 2013. — № 1. — С. 86–88.

16. Родионова Л.В., Перекаренко Ю.А. Социально-трудовые аспекты устойчивого развития сельских территорий: монография. — Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2013.
17. Троцкий А.Я., Мочалов В.М., Перекаренко Ю.А. и др. Алтайское село: тенденции и механизмы социального развития / научный редактор А.Я. Троцкий; Министерство образования и науки РФ, Алтайский государственный университет; Центр социально-экономических исследований и региональной политики; Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН; Алтайская лаборатория экономических и социальных исследований ИЭОПП СО РАН. — Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2011.
18. Гончарова Н.П., Родионова Л.В., Родионова О.Е., Тарасова Е.В. Рынок труда Алтайского края: демографические вызовы : монография. — Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2010.
19. Троцкий А.Я., Сергиенко А.М., Родионова Л.В. Проблемы социального развития села в рамках реализации проекта “Комплексное развитие Алтайского Приобья” // Субфедеральная экономическая политика: проблемы разработки и реализации в Сибирском федеральном округе : коллективная монография. — Новосибирск, 2012. — С. 402–416.
20. Пономарев И.В., Родионов Е.Д., Родионова Л.В. Моделирование социально-трудовых процессов в регионе // Сборник трудов Всероссийской конференции по математике “МАК-2016”. — Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2016. — С. 152–154.