



ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 331.526

Т. В. Сарычева

T. V. Sarycheva

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

Mari State University, Yoshkar-Ola

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ РЕГИОНА

ECONOMETRIC MODELING OF LABOUR RESOURCES IN THE REGION

В статье предложена методика построения эконометрических моделей, позволяющих строить точечные оценки относительно трудовых ресурсов региона с использованием систем взаимосвязанных эконометрических уравнений, построенных на главных компонентах.

The article develops a method of econometric modeling enabling point predictions about regional labour resources with the use of the interconnected systems of econometric equations based on key components.

Ключевые слова: возрастная структура населения, трудовые ресурсы, трудоспособное население, метод главных компонент, системы эконометрических взаимосвязанных уравнений.

Key words: age structure of population, labour resources, employable population, method of principal components, systems of interconnected econometric equations.

Обобщающая оценка состояния трудовых ресурсов Республики Марий Эл достигается на основе анализа возрастной структуры населения. Численность трудовых ресурсов региона определяется, в первую очередь, численностью населения трудоспособного возраста. Население, моложе трудоспособного возраста, является источником пополнения, т. е. возмещения убыли трудовых ресурсов в будущем. Выбытие людей из трудоспособного возраста (достижение пенсионного возраста) также влияет на численность трудовых ресурсов. Безусловно, на численный состав возрастных групп региона оказывает влияние значительное число демографических, социальных и других факторов.

Наиболее распространенной методикой построения точечных оценок возрастной структуры населения является корреляционно-регрессионный анализ, результаты которого достаточно легко интерпретируемы и легки в использовании. Однако построение изолированных уравнений регрессии для каждой возрастной группы в отдельности приводит к смещению оценок коэффициентов регрессии, так как характеристики возрастного состава населения, оказывают влияние друг на друга, то есть изменение одной переменной не может происходить при абсолютной неизменности других: ее изменение повлечет за собой изменения во всей системе взаимосвязанных признаков.

В связи с вышесказанным автором была предложена методика построения точечных прогнозов относительно численного состава возрастных групп населения Республики Марий Эл при помощи системы одновременных эконометрических уравнений, позволяющая учитывать, в отличие от изолированных уравнений регрессии, взаимосвязь между эндогенными переменными, то есть одни и те же переменные одновременно рассматривались как зависимые в одних уравнениях и как независимые в других [6].

В качестве результативных признаков использовались следующие характеристики:

- численность населения младше трудоспособного возраста (y_1);
- численность населения в трудоспособном возрасте (y_2);
- численность населения старше трудоспособного возраста (y_3).

В качестве факторных признаков использовался набор из 23 демографических, социальных и экономических признаков [2; 6]: x_1 — коэффициенты демографической нагрузки, на 1000 человек трудоспособного возраста приходится лиц нетрудоспособных возрастов, всего; x_2 — коэффициенты демографической нагрузки, на 1000 человек трудоспособного возраста приходится лиц нетрудоспособных возрастов, моложе трудоспособного возраста; x_3 — коэффициенты демо-

графической нагрузки, на 1000 человек трудоспособного возраста приходится лиц нетрудоспособных возрастов, старше трудоспособного возраста; x_4 — общие коэффициенты рождаемости, число родившихся на 1000 человек; x_5 — общие коэффициенты смертности, число умерших на 1000 человек; x_6 — коэффициенты младенческой смертности, число детей, умерших в возрасте до 1 года, на 1000 родившихся живыми; x_7 — коэффициенты естественного прироста населения, на 1000 человек; x_8 — общие коэффициенты брачности, на 1000 человек населения; x_9 — общие коэффициенты разводимости, на 1000 человек населения; x_{10} — соотношение браков и разводов, на 1000 браков приходится разводов; x_{11} — коэффициенты миграционного прироста, на 1000 человек населения; x_{12} — удельный вес городского населения общей численности населения; x_{13} — соотношение мужчин и женщин, на 1000 мужчин приходится женщин, человек (все население); x_{14} — соотношение мужчин и женщин, на 1000 мужчин приходится женщин, человек (городское население); x_{15} — соотношение мужчин и женщин, на 1000 мужчин приходится женщин, человек (сельское население); x_{16} — число зарегистрированных преступлений, на 1000 человек населения; x_{17} — численность зарегистрированных службой занятости граждан, незанятых трудовой деятельностью, человек; x_{18} — число граждан, трудоустроенных службой занятости, человек; x_{19} — средний размер назначенных месячных пенсий, рублей; x_{20} — число государственных дневных общеобразовательных учреждений, единиц; x_{21} — численность детей, обучающихся в государственных дневных общеобразовательных учреждениях, человек; x_{22} — среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций, рублей; x_{23} — число дошкольных образовательных учреждений, единиц [4].

Предварительный анализ матрицы межфакторных корреляций позволил выявить наличие мультиколлинеарности в исследуемом наборе факторных признаков. Прежде чем приступить к построению системы эконометрических уравнений, на предварительном этапе, в целях устранения дублирования информации факторных признаков, путем их группировки по смысловому сходству, был использован метод главных компонент, который является линейным и аддитивным, не требует никаких гипотез о переменных и позволяет от большого набора факторных признаков перейти к гораздо меньшему перечню существенных независимых признаков, исключив малоинформативные переменные. Решение о количестве извлекаемых главных компонент являлось крайне важным, от этого зависела, с одной стороны, полнота воспроизведения наблюдаемых корреляций, а с другой — содержательная интерпретация модели [1].

Проверка условий необходимости и достаточности количества главных компонент осуществлялась на основании критериев Кайзера и Кеттеля, которые по-

зволили сделать вывод о выделении четырех главных компонент. Как видно из таблицы 1, уменьшение количества факторов почти в 6 раз привело к незначительной потере информации: полнота объяснения дисперсии первыми четырьмя главными компонентами составила 70,3 % совокупной дисперсии.

Таблица 1 — Собственные значения главных компонент

Номер главной компоненты	Собственное значение компоненты	Процент объясняемой дисперсии	Процент накопленной дисперсии
1	6,28	27,34	27,34
2	4,33	18,86	46,19
3	3,28	14,28	60,47
4	2,26	9,83	70,30

Основные результаты факторного анализа выражались в наборе факторных нагрузок и факторных весов: чем теснее связь данного факторного признака с рассматриваемой главной компонентой, тем выше значение факторной нагрузки.

Для исследуемого набора факторных признаков была построена четырехфакторная модель (табл. 2).

Таблица 2 — Матрица факторных нагрузок коэффициентов

Переменные	1-я главная компонента	2-я главная компонента	3-я главная компонента	4-я главная компонента
x_1	-0,19	-0,80	-0,15	-0,29
x_2	-0,24	-0,04	-0,55	-0,61
x_3	-0,10	-0,92	0,11	-0,01
x_4	-0,16	0,54	-0,34	0,47
x_5	-0,15	-0,85	-0,10	-0,27
x_6	-0,08	-0,20	-0,05	-0,38
x_7	0,00	0,55	-0,05	0,52
x_8	-0,03	0,49	0,25	0,18
x_9	0,09	0,18	0,74	0,30
x_{10}	0,13	-0,25	0,54	0,29
x_{11}	0,02	0,26	0,35	-0,17
x_{12}	0,20	0,24	0,89	0,06
x_{13}	0,14	-0,35	0,84	0,15
x_{14}	0,07	0,34	0,33	0,01
x_{15}	0,18	-0,23	-0,81	0,07
x_{16}	0,26	-0,59	-0,16	0,29
x_{17}	0,97	0,00	0,15	0,08
x_{18}	0,98	0,03	0,14	0,06
x_{19}	-0,05	0,03	0,08	0,91
x_{20}	0,97	0,05	-0,03	-0,01
x_{21}	0,99	0,05	0,10	0,03
x_{22}	0,05	0,08	0,19	0,91
x_{23}	0,98	0,06	0,06	0,05

Данные о величине факторных нагрузок позволили сформулировать выводы о наборе исходных при-

знаков, отражающих ту или иную главную компоненту, и об относительном весе отдельного факторного признака в структуре каждой главной компоненты. Выделение необходимых подмножеств весовых коэффициентов для каждой из построенных главных компонент проводилось на основе простой визуальной оценки аналитических результатов — брались только те весовые коэффициенты, чьи абсолютные значения превышали 0,7 [1].

В первую главную компоненту, самую многочисленную по составу выделенных признаков, попали x_{17} , x_{18} , x_{20} , x_{21} , x_{23} , характеризующие соответственно численность занятых и безработных, а также количество дневных общеобразовательных и дошкольных учреждений и количество учащихся в них. Коэффициент информативности подтверждает существенный состав этой главной компоненты ($K_{И1} = 0,9309$), этот результат говорит о том, что пять показателей объясняют 93,09 % дисперсии первой главной компоненты, которая была интерпретирована как «характеристика возможности получения образования и дальнейшего трудоустройства».

Во вторую главную компоненту попали x_1 , x_3 (характеристики демографической нагрузки) и x_5 (общий коэффициент смертности), что определило название данной компоненты как «демографическая характеристика». Значение коэффициента информативности ($K_{И2} = 0,5572$) показало, что состав выделенных признаков компоненты достаточно надежен.

Название третьей главной компоненты «характеристика состава населения» определили факторные признаки: x_9 (коэффициент разводимости), x_{12} (удельный вес городского населения в общей численности населения), x_{13} и x_{15} (соотношение мужчин и женщин). Значение коэффициента информативности ($K_{И3} = 0,6948$) доказало значимость отобранных признаков.

В четвертой главной компоненте выделилось два признака x_{19} , x_{22} , которые характеризуют размер заработной платы и начисленных пенсий. Это послужило основанием назвать четвертую компоненту «характеристика денежных доходов населения». Коэффициент информативности составил $K_{И4} = 0,5206$.

На следующем этапе моделирования в качестве экзогенных переменных системы взаимосвязанных уравнений выступили четыре главные компоненты:

f_1 — характеристика возможности получения образования и дальнейшего трудоустройства;

f_2 — демографическая характеристика;

f_3 — характеристика состава населения;

f_4 — характеристика денежных доходов населения.

Структурная форма системы эконометрических уравнений приняла вид:

$$\begin{cases} \hat{y}_1 = b_{12}y_2 + b_{13}y_3 + a_{11}f_1 + a_{12}f_2; \\ \hat{y}_2 = b_{21}y_1 + b_{23}y_3 + a_{23}f_3 + a_{24}f_4; \\ \hat{y}_3 = b_{31}y_1 + b_{32}y_2 + a_{31}f_1 + a_{33}f_3. \end{cases} \quad (1)$$

Отсутствие того или иного фактора в уравнениях системы являлось следствием несущественности его воздействия на результирующий признак. Проверка на возможность идентификации каждого уравнения показала, что все три уравнения модели идентифицируемы, а значит, и вся модель идентифицируема.

Для оценки коэффициентов системы эконометрических был использован двухшаговый метод наименьших квадратов. На основе системы приведенных уравнений были получены теоретические значения для каждой эндогенной переменной. Подставив их вместо фактических значений в каждое уравнение структурной формы, была проведена оценка коэффициентов структурной формы [5]:

$$\begin{cases} \hat{y}_1 = -112,46 - 1,27y_2 - 0,78y_3 - 0,54f_1 + 0,59f_2 \\ t\text{-значения: } (-5,1) \quad (-13,7) \quad (-6,3) \quad (7,4); \\ \hat{y}_2 = 202,25 + 3,94y_2 - 11,1y_3 + 7,27f_3 + 0,85f_4 \\ t\text{-значения: } (17,4) \quad (-13,4) \quad (13,9) \quad (6,4); \\ \hat{y}_3 = 90,66 + 4,97y_1 + 0,29y_2 - 2,15f_1 + 0,46f_3 \\ t\text{-значения: } (28,7) \quad (2,6) \quad (-17,7) \quad (3,9). \end{cases} \quad (2)$$

Критериальные оценки говорят о том, что все коэффициенты структурной формы значимы (все $t_{набл} > t_{табл}$); сами уравнения в целом также значимы, так как наблюдаемые значения F -статистики превышают критические, взятые из таблицы, F -распределения Фишера–Снедекора.

Характеристики качества, надежности и статистической значимости уравнений представлены в таблице 3.

Таблица 3 — Критериальные оценки надежности структурной формы

№ уравнения	R	R ²	F-статистика	F _{табл}	t _{табл}
1	0,888	0,789	112,85	2,68	1,98
2	0,871	0,758	95,24	2,68	1,98
3	0,937	0,878	218,64	2,68	1,98

Математическое моделирование доли трудовых ресурсов в республике, ввиду достаточно большого количества взаимосвязей, подразумевает системный, комплексный подход, наиболее эффективным инструментом которого является моделирование на основе систем одновременных уравнений. Построение модели трудовых ресурсов, анализ ее адекватности и точности дает возможность использования модели для целей оценки влияния каждого фактора на уровень трудовых ресурсов.

Проанализировав полученную систему эконометрических уравнений, можно сделать вывод, что все исследуемые показатели, характеризующие возрастной состав населения республики, оказывают влияние друг на друга. Необходимо отметить, что как на численность населения, младше трудоспособного возраста, так и на население в трудоспособном возрасте достаточно большое влияние оказывает числен-

ность населения, старше трудоспособного возраста. При этом, чем больше становится пожилых людей, тем меньше остается представителей двух других групп, что вполне логично в свете общемировой тенденции «старения населения» [2; 3].

Таким образом, можно сделать вывод, что предложенная система эконометрических уравнений позволяет строить оценки, касающиеся численности трудоспособного населения, а также населения, младше и старше трудоспособного возраста, в Республике Марий Эл с учетом взаимного влияния прогнозируемых величин друг на друга. Построение системы одновременных уравнений на главных компонентах упрощает эконометрическую модель, позволяя при этом учесть значительное число причинных факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алехин Е. И.* Многомерные статистические методы: учеб. пособие. — М.: ГОУВПО ОГУ, 2007. — 37 с.
2. *Колосова Р. П., Меликьян Г. Г.* Занятость, рынок труда и социально-трудовые отношения: учеб.-метод. пособие. — М.: Экон. фак. МГУ; ТЕИС, 2008. — 458 с.
3. *Пономоренко Е. Е.* Прогнозирование ситуации на рынке труда: региональный аспект // Аудит и финансовый анализ. — 2009. — № 5. — С. 1–7.
4. Республика Марий Эл в цифрах. 2010. Краткий статистический сборник / А. В. Целищев [и др.]. — Йошкар-Ола: Маристат, 2010. — 353 с.
5. *Хвоцин А. А.* Социально-экономическое прогнозирование: учеб. пособие. — Изд-во: ТГУ, 2008. — 362 с.
6. *Эконометрика: учебник / И. И. Елисеева [и др.].* — М.: Финансы и статистика, 2006. — 576 с.