

Е.Н. ТУПИКИНА, Е.В. КОЧЕВА,
Н.А. МАТЕВ

Многомерный статистический анализ факторов, оказывающих влияние на трудовые ресурсы Приморского края

Исследуется влияние социально-экономических и демографических факторов на численность трудовых ресурсов Приморского края. С помощью методов многомерного статистического анализа отбираются наиболее значимые факторы, строится регрессионная модель, на основании которой оценивается численность трудовых ресурсов Приморского края на 2013–2015 гг. Область применения результатов – определение основных приоритетных направлений привлечения и воспроизводства трудовых ресурсов в регионе.

Ключевые слова: трудовые ресурсы, безработица, занятость, многомерный статистический анализ.

Multivariate statistic analysis of the factors influencing human resources of Primorye. Y.N. TUPIKINA, Y.V. KOCHEVA, N.A. MATEV.

The consideration is given to the influence of social-economic and demographic factors on the number of human resources of Primorye. With the help of methods of multivariate statistic the most significant factors are selected and a regressive model is built on the basis of which the number of human resources of Primorye for the period of 2013–2015 is estimated. The sphere of the results application is determining basic priority directions in the sphere of attracting and reproduction of human resources in the region.

Key terms: human resources, unemployment, employment, multivariate statistic analysis.

В условиях международной конкуренции экономический рост страны все в меньшей степени зависит от запасов природных ресурсов. Фундаментальной основой производства становятся трудовые ресурсы – люди, их квалификация, уровень образования, новаторские способности, система ценностей.

В настоящее время в России обострилась демографическая ситуация, изменилась профессионально-квалификационная структура занятого населения, появились новые виды занятости. Произошло перераспределение рабочей силы между предприятиями различных форм

собственности. Сократился государственный сектор экономики. Все это предполагает изменения и в социально-трудовой сфере, и в системе управления [1].

Формирующаяся многоукладная экономика и ее структурная перестройка предъявляют новые требования к качеству рабочей силы, обостряют конкуренцию между работниками. В связи с этим необходимо определить факторы, которые влияют на трудовые ресурсы, оценить закономерности и выявить перспективы в этой сфере. Актуальность таких исследований обусловлена высокой степенью теоретической и практической значимости проблемы воспроизводства и оптимального использования трудовых ресурсов для динамичного развития страны [2].

Для характеристики трудовых ресурсов Приморского края необходимо выделить факторы, на них влияющие, и построить эконометрическую модель с помощью корреляционно-регрессионного и факторного анализа.

В качестве результативного показателя было решено взять численность трудовых ресурсов Приморского края. Для выявления факторов, оказывающих влияние на результативный признак y , с помощью корреляционного анализа установили наличие связи между анализируемыми переменными, оценили ее тесноту и определили направление (прямая или обратная связь).

Нами рассматривалось 26 социально-экономических и демографических показателей. В результате проведенного корреляционного анализа были исключены факторы, оказывающие незначительное влияние на результирующий признак.

В процессе дальнейшего статистического анализа использовались показатели, которые в наибольшей степени влияют на численность трудовых ресурсов:

- x_1 – естественный прирост (убыль), чел.;
- x_2 – численность официально зарегистрированных безработных, чел.;
- x_3 – потребность в работниках, чел.;
- x_4 – среднемесячная начисленная заработная плата, руб.;
- x_5 – миграционный прирост (убыль), чел.;
- x_6 – ввод в действие жилых домов, тыс. м²;
- x_7 – инвестиции в основной капитал, млн руб.

Исходя из анализа матрицы парных коэффициентов корреляции (табл. 1) можно сказать, что наиболее сильно с результативным признаком y связаны следующие показатели: потребность в работниках (теснота связи 0,77); инвестиции в основной капитал (0,73); ввод в действие жилых домов (теснота связи 0,71); миграционный прирост (убыль) (теснота связи 0,70).

Обратная сильная связь с результативным признаком y наблюдается для показателя «численность официально зарегистрированных безработных» (теснота связи -0,86).

Таблица 1

Матрица парных коэффициентов корреляции

Переменная	у	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
у	1							
x_1	0,65	1						
x_2	-0,86	-0,81	1					
x_3	0,77	0,91	-0,92	1				
x_4	0,69	0,93	-0,85	0,96	1			
x_5	0,70	-0,08	0,35	-0,17	-0,17	1		
x_6	0,71	0,89	-0,90	0,94	0,98	-0,23	1	
x_7	0,73	0,64	-0,6	0,61	0,68	-0,69	0,65	1

Рассчитано по [3, 4].

В ходе исследования были выявлены факторы с сильной линейной зависимостью, наличие которой приводит к одному из основных препятствий эффективного применения множественного регрессионного анализа – мультиколлинеарности. Для устранения этого препятствия воспользовались методом главных компонент, реализованным с помощью программы Statistica (полученные результаты представлены в табл. 2):

Таблица 2

Реализация метода главных компонент в программе Statistica

Номер главной компоненты	Значение главной компоненты	Доля объема дисперсии, %	Накопленная дисперсия, %
1	5,604	80,061	80,061
2	1,032	14,747	94,808
3	0,178	2,537	97,346
4	0,107	1,534	98,880
5	0,055	0,784	99,664
6	0,023	0,332	99,996
7	0,000	0,004	100,000

Из табл. 2 видно, что первая главная компонента объясняет 80,1 % общей дисперсии, вторая – 14,7 % и т. д. Для последующего анализа и построения регрессионной модели достаточно будет использовать две первые компоненты, т. к. в сумме они описывают 94,8 % дисперсии факторов. Графически значения собственных компонент представим на рис. 1.

Для определения факторов, входящих в состав каждой из главных компонент, найдем матрицу факторных нагрузок с помощью программы Statistica (табл. 3).

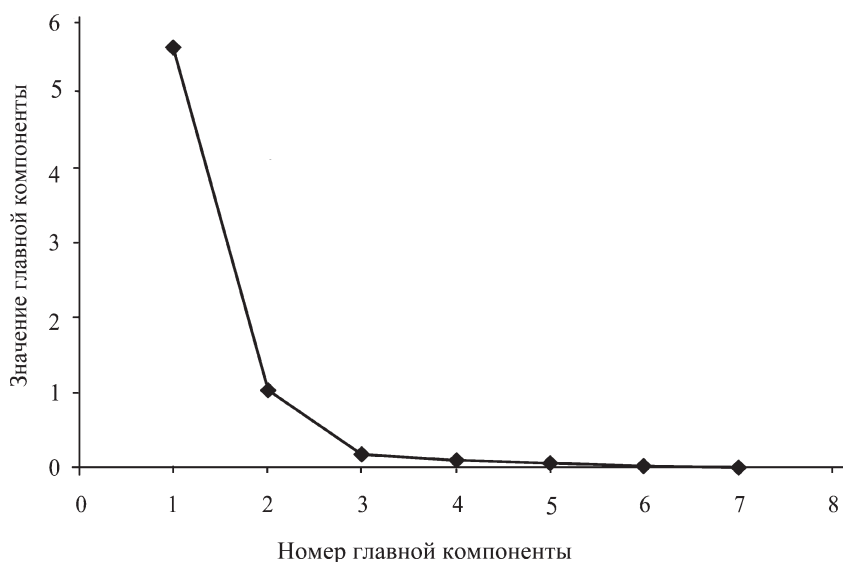


Рис 1. «Каменистая осыпь»: график собственных значений компонент

Таблица 3

Матрица факторных нагрузок

Фактор	Компонента	
	f_1	f_2
x_1	0,952	0,040
x_2	-0,893	0,282
x_3	0,979	-0,074
x_4	0,983	-0,071
x_5	0,991	0,099
x_6	0,970	-0,142
x_7	0,910	-0,365

Первая главная компонента наиболее сильно коррелирует со всеми рассматриваемыми факторами. Следует отметить, что между второй главной компонентой и факторами не наблюдается сильной корреляционной зависимости.

Для определения влияния главных компонент на y необходимо построить корреляционную матрицу (табл. 4).

Таблица 4

Матрица парных коэффициентов корреляции двух главных компонент

Показатель	y	f_1	f_2
y	1		
f_1	0,978	1	
f_2	0,207	-0,1255	1

Из табл. 4 видно, что на численность трудовых ресурсов Приморского края наибольшее влияние оказывает первая главная компонента (коэффициент парной корреляции равен 0,978). Вторая главная компонента оказывает незначительное влияние на результативный признак (коэффициент парной корреляции равен 0,207).

Таким образом, в результате факторного анализа показателей, оказывающих влияние на численность трудовых ресурсов Приморского края, выявлены две главные компоненты и устранена линейная зависимость между независимыми факторами.

Далее была построена регрессионная модель, позволяющая по значениям независимых показателей получать оценки значений зависимой переменной (1):

$$\hat{Y} = \underset{\beta_1}{0,798} \cdot f_1 + \underset{\beta_2}{0,089} f_2, \quad (1)$$

где f_1, f_2 – соответственно первая и вторая главные компоненты, β_1, β_2 – стандартизированные коэффициенты уравнения регрессии при первой и второй главной компоненте.

Оценку значимости полученной модели проведем с помощью F-критерия Фишера:

$F_{\text{расчетное}} = 9,49$, $F_{\text{критическое}} = 4,88$ (при числе степеней свободы 7 и 5), $F_{\text{критическое}} < F_{\text{расчетное}}$, следовательно, коэффициент детерминации $R^2 = 0,9644$ значим при 5 % уровне значимости.

Проверка на значимость коэффициентов уравнения регрессии:

$P\text{-level}(f_1) = 0,025 < 0,10$, $P\text{-level}(f_2) = 0,583 > 0,10$, следовательно, только коэффициент при первой главной компоненте является значимым (при 10 % уровне значимости) в построенной модели.

Исключим вторую главную компоненту из дальнейшего анализа и построим уравнение регрессии уже без нее:

$$\hat{Y} = \underset{\beta_1}{0,802} \cdot f_1. \quad (2)$$

В общем виде уравнение (2) выглядит следующим образом:

$$\hat{Y} = \underset{a_0}{1382,2} + \underset{a_1}{4,182} \cdot f_1. \quad (3)$$

$F_{\text{расчетное}} = 11,68$, $F_{\text{критическое}} = 4,21$ (при числе степеней свободы 7 и 6), $F_{\text{критическое}} < F_{\text{расчетное}}$, следовательно, коэффициент детерминации $R^2 = 0,9853$ значим при 5 % уровне значимости;

$P\text{-level}(\text{константа}) = 0,000001 < 0,10$; $P\text{-level}(f_1) = 0,021 < 0,10$. Следовательно, коэффициенты значимы при 10 % уровне значимости.

Параметр $a_1 = 4,182 > 0$, следовательно, с возрастанием факторов, входящих в первую главную компоненту, численность трудовых ресурсов Приморского края увеличивается.

Параметр $a_0 = 1382,2$ дает прогнозируемое значение зависимой переменной при $f_1 = 0$.

Очевидно, что качество построенного уравнения возросло: в модели не осталось незначимых переменных, и коэффициент детерминации R^2 (показывающий долю объясненной вариации резуль­тативного признака под действием факторных) увеличился с 0,9644 до 0,9853. Это означает, что 98,53 % изменения численности трудовых ресурсов происходит под влиянием факторов, составляющих первую главную компоненту, и только 1,47 % вариации приходится на долю не учтенных в модели факторов.

Операясь на уравнение (2), перейдем к исходным факторным признакам с помощью преобразования (4):

$$\frac{\hat{Y} - \bar{Y}}{\sigma_Y} = \beta \left(\alpha_{11} \frac{x_1 - \bar{x}_1}{\sigma_{x_1}} + \dots + \alpha_{n1} \frac{x_n - \bar{x}_n}{\sigma_{x_n}} \right), \quad (4)$$

где \hat{Y} – результирующий признак, \bar{Y} – среднее значение результирующего признака, σ_Y – среднее квадратическое отклонение результирующего признака, β – значение стандартизованного коэффициента в уравнении регрессии, $\alpha_{11} \dots \alpha_{n1}$ – значение факторных нагрузок между первой главной компонентой и факторами, $x_1 \dots x_n$ – факторные признаки, $\bar{x}_1 \dots \bar{x}_n$ – средние значения факторных признаков, $\sigma_{x_1} \dots \sigma_{x_n}$ – средние квадратические отклонения факторных признаков.

Выполнив все преобразования, получаем уравнение вида:

$$\hat{Y} = 1396,82 + 0,66 x_1 - 0,197 x_2 + 0,117 x_3 + 0,298 x_4 + 0,586 x_5 + 0,015 x_6 + 0,021 x_7. \quad (5)$$

На основе данного уравнения представляется возможным спрогнозировать численность трудовых ресурсов Приморского края.

С этой целью для каждого из показателей с помощью метода экстраполяции было построено пять трендовых моделей: линейная, логарифмическая, полиномиальная, степенная и экспоненциальная. Выбор вида конкретной трендовой модели для дальнейшего прогнозирования определялся сравнением коэффициента детерминации каждого из пяти построенных уравнений. Уравнение с максимальным коэффициентом детерминации принималось для дальнейшего анализа.

В связи с тем что на практике результат экстраполяции прогнозируемых явлений обычно получают не точечными (дискретными), а интервальными оценками, нами были рассчитаны интервалы, в которых будут находиться исследуемые показатели в перспективных периодах. Расчет интервальных прогнозных оценок ($Y_{\text{прог}}$) производился по формуле:

$$\hat{Y}_t - t(\alpha; k) \cdot \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n - m}} \leq \hat{Y}_{\text{прог}} \leq \hat{Y}_t + t(\alpha; k) \cdot \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n - m}}, \quad (6)$$

где \hat{Y}_t – точечное прогнозное значение резуль­тативного признака на период t , $t(\alpha; k)$ – коэффициент доверия по распределению Стьюдена

та, Y_i – фактическое значение результативного признака, \hat{Y}_i – теоретическое значение результативного признака, n – число уровней ряда динамики, m – число параметров модели тренда.

Таблица 5

Прогнозные оценки показателей, влияющих на численность трудовых ресурсов Приморского края

Показатель	Уравнение тренда	Прогнозная оценка		
		2013 г.	2014 г.	2015 г.
Естественный прирост (убыль) населения, чел.	$x_1 = 0,8901 \cdot t - 12,714$ P-level 0,014 0,022 $R^2 = 0,8287$, $F_{\text{расчетное}} = 17,54$	[-9,6 – 3,7]	[-8,7 – 4,6]	[-7,8 – 5,5]
Численность официально зарегистрированных безработных, чел.	$x_2 = -2,014 \cdot t + 46,593$ P-level 0,011 0,015 $R^2 = 0,8453$, $F_{\text{расчетное}} = 20,02$	[35,9 – 41,4]	[35,4 – 33,8]	[33,4 – 27,1]
Потребность в работниках, чел.	$x_3 = 5,0651 \cdot t - 3,7745$ P-level 0,0012 0,002 $R^2 = 0,8584$, $F_{\text{расчетное}} = 22,40$	[23,3 – 89,1]	[24,9 – 94,1]	[25,1 – 99,3]
Среднемесячная начисленная заработная плата, руб.	$x_4 = 2,2827 \cdot t + 0,7041$ P-level 0,000 0,000 $R^2 = 0,9816$, $F_{\text{расчетное}} = 211,41$	[10,2 – 36,1]	[12,5 – 43,7]	[14,8 – 45,9]
Миграционный прирост населения, чел.	$x_5 = 0,417 \cdot t + 186,36$ P-level 0,001 0,000 $R^2 = 0,8970$, $F_{\text{расчетное}} = 32,94$	[182,0 – 197,8]	[182,4 – 200,2]	[182,9 – 200,6]
Ввод в действие жилых помещений, тыс. м ²	$x_6 = 45,195 \cdot t + 93,787$ P-level 0,000 0,000 $R^2 = 0,9428$, $F_{\text{расчетное}} = 63,99$	[320,1 – 640,4]	[343,6 – 693]	[365,0 – 731,3]
Объем инвестиций в основной капитал, млн руб.	$x_7 = 7,1859 \cdot e^{0,3558t}$ P-level 0,000 0,000 $R^2 = 0,9672$, $F_{\text{расчетное}} = 115,98$	[151,64 – 372,6]	[305,95 – 573,2]	[526,24 – 817,9]

В табл.5 представлены прогнозные значения для показателей $x_1 \dots x_7$ на 2013–2015 гг. Под каждой трендовой моделью приводится оценка коэффициентов построенного уравнения, всего уравнения в целом ($F_{\text{расчетное}}$), а также коэффициент детерминации R^2 .

Коэффициенты всех построенных уравнений тренда были проверены на значимость с помощью P-level. Все значения P-level получились меньше 0,1, следовательно, все коэффициенты значимы при 10 % уровне значимости. Качество каждой построенной модели в целом

было оценено с помощью F -критерия Фишера. В связи с тем что $F_{\text{расчетное}}$ во всех случаях получилось больше, чем $F_{\text{критическое}} = 5,32$ (при числе степеней свободы 1 и 8 и уровне значимости 5 %), можно сделать вывод об адекватности построенных моделей.

На следующем этапе спрогнозируем численность трудовых ресурсов Приморского края на период 2013–2015 гг., подставив в уравнение (5) нижние и верхние границы прогнозных значений (рис. 2).



Рис. 2. Прогноз численности трудовых ресурсов Приморского края на 2013-2015 гг.

Основываясь на проведенном анализе, можно сказать, что численность трудовых ресурсов Приморского края в прогнозных периодах возрастет. Основными причинами возможного роста являются миграционный приток и естественный прирост населения.

Проведенный многомерный статистический анализ факторов, оказывающих влияние на численность трудовых ресурсов Приморского края, позволил выделить наиболее значимые социально-экономические и демографические показатели. На основании построенной регрессионной модели возможно определить основные приоритетные направления в области привлечения и воспроизводства трудовых ресурсов в регионе. В соответствии с этим при разработке социальных программ в области занятости населения необходимо уделять особое внимание следующим аспектам:

- формирование среды, содействующей эффективной занятости населения (благоприятных условий для малого бизнеса);
- регулирование занятости в коммерческих организациях посредством сотрудничества кадровых служб с региональными центрами занятости;
- создание благоприятных условий для повышения уровня жизни за счет стимулирования трудовой активности населения;

- содействие трудоустройству выпускников школ, профессиональных и высших учебных заведений;
- повышение конкурентоспособности рабочей силы (организация профессиональной переподготовки и повышения квалификации занятого населения муниципального образования);
- разработка и реализация на рынке труда программ по содействию занятости населения региона.

Литература

1. Кашепов А.В., Сулакшин С.С., Малчинов А.С. Рынок труда: проблемы и решения: моногр. М.: Научный эксперт, 2008. 232 с.
2. Методология управления трудовыми ресурсами: моногр. / Под ред. А.П. Егоршина, И.В. Гуськовой. Н.Новгород: НИМБ, 2008. 352 с.
3. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. Режим доступа: <http://gks.ru/> (accessed 1.10.2013).
4. Центральная база статистических данных. Режим доступа: <http://www.gks.ru/dbscripts/Cbsd/DBInet.cgi> (accessed 1.10.2013).

References

1. Kashepov A.V., Sulakshin S.S., Malchinov A.S. *Rynok truda: problemy i reshenija* [The labor market: problems and solutions]. Monog. M.: Nauchnyj ekspert, 2008. 232 p.
2. *Metodologia upravlenia trudovymi resursami: monogr.* [The methodology of human resource management: Monogr.] / Pod red. A.P. Egorshina, I.V. Guskovoj. N.Novgorod: NIMB, 2008. 352 p.
3. *Oficialnyj sajt Federalnoj sluzhby gosudarstvennoj statistiki* [The official site of the Federal State Statistics Service]. Available at: <http://gks.ru/> (accessed 1.10.2013).
4. *Centralnaa baza statisticheskikh dannyh* [The central statistical database]. Available at: <http://www.gks.ru/dbscripts/Cbsd/DBInet.cgi> (accessed 1.10.2013).