

УДК 519.711.3:331.5

*А.Б. Панюкова***Исследование математической модели
динамики показателей регионального рынка труда****A.B. Panyukova***Researching Mathematical Model
of the Regional Labor Market Dynamic Indicators**

Рассмотрена модификация математической модели показателей регионального рынка труда, с использованием которой можно изучать процессы трудоустройства выпускников высших учебных заведений. Модель исследована на устойчивость и чувствительность к изменению основных параметров.

Ключевые слова: моделирование, безработица, занятость, устойчивость, чувствительность.

Введение. Предлагается модификация математической модели показателей регионального рынка труда, с использованием которой можно изучать процессы трудоустройства выпускников высших учебных заведений. Модифицированная математическая модель включает в себя совокупность разностных и алгебраических уравнений, параметры которых представлены в таблице 1.

Для ряда сценарных условий по результатам расчета модели для условий Алтайского края исследуются устойчивость и чувствительность показателей к изменению основных параметров. Численные расчеты осуществляются в среде Excel.

Итоги исследования сравниваются с результатами других авторов, а также с данными Алтайкрайстата.

Математическая модель трудоустройства выпускников вузов в условиях Алтайского края. Определим количество выпускников из всех образовательных учреждений региона к году $t(i)$ как:

$V^h(i) \in N^{1 \times 28}$ – вектор выпуска в $t(i)$ году специалистов ОУ ВПО в разрезе 28 специальностей;

$V^s(i) \in N^{1 \times 28}$ – вектор выпуска в $t(i)$ году специалистов ОУ СПО в разрезе 28 специальностей;

$V^e(i) \in N^{1 \times 28}$ – вектор выпуска в $t(i)$ году специалистов ОУ НПО в разрезе 28 специальностей.

Обозначим через вектора вакансий $Pt(i)$:

$P^h(i) \in N^{1 \times 28}$ – вектор потребности экономики региона в специалистах с высшим профессиональным образованием в год $t(i)$ в разрезе 28 укрупненных групп специальностей;

$P^s(i) \in N^{1 \times 28}$ – вектор потребности экономики региона в специалистах со средним профессиональ-

This article considers updating of mathematical model of the regional labor market indicators using which it is possible to study processes of higher school graduates employment. The model is investigated on stability and sensitivity to change key parameters.

Key words: modeling, unemployment, employment, stability, sensitivity.

ным образованием в год $t(i)$ в разрезе 28 укрупненных групп специальностей;

$P^e(i) \in N^{1 \times 28}$ – вектор потребности экономики региона в специалистах с начальным профессиональным образованием в год $t(i)$ в разрезе 28 укрупненных групп специальностей.

Рассмотрим баланс спроса и предложения на рынке труда, l – вид деятельности, k – специальность.

$$\sum_{k=1}^{28} (v^h(i)_k - p^h(i)_k)^2 + \sum_{k=1}^{28} (v^s(i)_k - p^s(i)_k)^2 + \sum_{k=1}^{28} (v^e(i)_k - p^e(i)_k)^2 \rightarrow \min,$$

где $V^h(i) = (v^h(i)_k)_{k=1, \dots, 28}$;

$V^s(i) = (v^s(i)_k)_{k=1, \dots, 28}$;

$V^e(i) = (v^e(i)_k)_{k=1, \dots, 28}$;

и $P^h(i) = (p^h(i)_k)_{k=1, \dots, 28}$;

$P^s(i) = (p^s(i)_k)_{k=1, \dots, 28}$;

$P^e(i) = (p^e(i)_k)_{k=1, \dots, 28}$.

Вектор потребности в специалистах рассчитывается исходя из уравнения регрессии зависимости производительности труда от инвестиций.

Зная прогнозные тенденции производительности труда, возможно моделирование среднесписочной численности работников по видам деятельности, необходимой для заданного уровня ВРП.

Дополнительная потребность экономики в специалистах с определенным уровнем профессионального образования определяется следующим образом:

* Работа выполнена при финансовой поддержке ведомственно-аналитической программы «Развитие научного потенциала Высшей школы (2009–2011 гг.)» (проект №2.2.2.4/4278).

$$p_k(i, a_{i,k}) = \left[\sum_{l=1}^{L_i} a_{l,k} d_l(i) \right], \quad (1)$$

где $a_{l,k}$ – матрица профессионально-квалификационного соответствия; $d_l(i)$ – ежегодная потребность вида экономической l деятельности в кадрах с долей профессионального образования $ed_l(i)$ и коэффициентом обновления $1/R_l$ находится по формуле (2) [1].

$$d_l(i) = [L_i(i)ed_l(i) / R_l], \quad (2)$$

где L_i – среднесписочная численность работников на предприятиях.

Решение задачи оптимизации позволяет рассчитать оптимальную численность выпускников по каждой из 28 укрупненной группы специальности.

Данные приведены в таблице 1.

Распределение выпускников всех уровней профессионального образования представлено на рисунке 1.

Таблица 1

Распределение потребностей по УГС

шифр УГС (k = 1...28)	p_k
010000 – Физико-математические науки	383
020000 – Естественные науки	373
030000 – Гуманитарные науки	718
040000 – Социальные науки	182
050000 – Образование и педагогика	813
060000 – Здравоохранение	565
070000 – Культура и искусство	342
080000 – Экономика и управление	1414
090000 – Информационная безопасность	261
100000 – Сфера обслуживания	274
110000 – Сельское и рыбное хозяйство	388
120000 – Геодезия и землеустройство	166
130000 – Геология, разведка и разработка полезных ископаемых	268
140000 – Энергетика, энергетическое машиностроение и электротехника	543
150000 – Металлургия, машиностроение и металлообработка	227
160000 – Авиационная и ракетно-космическая техника	74
170000 – Оружие и система вооружения	37
180000 – Морская техника	129
190000 – Транспортные средства	381
200000 – Приборостроение и оптотехника	137
210000 – Электронная техника, радиотехника и связь	190
220000 – Автоматика и управление	249
230000 – Информатика и вычислительная техника	574
240000 – Химическая технология и биотехнология	183
250000 – Воспроизводство и переработка лесных ресурсов	127
260000 – Технология продовольственных продуктов и потребительских товаров	108
270000 – Строительство и архитектура	463
280000 – Безопасность жизнедеятельности, природообустройство и защита окружающей среды	210
Всего потребность	9779

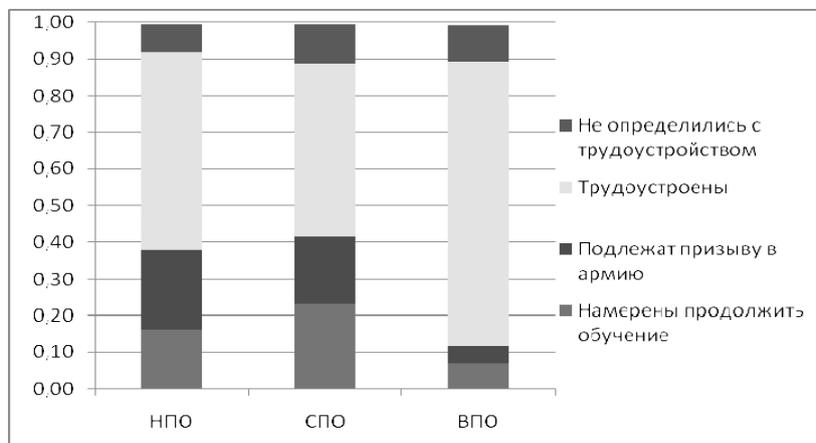


Рис. 1. Распределение выпускников профессионального образования в 2010 г.

Рассмотрим распределение выпускников школ по приему в высшие образовательные учреждения:

$$P_k^h(i) = K^k w_k (k_{e-h} V^e + k_{s-h} V^s + k_{11-h} V^{11} + k_{h-h} V^h + (k_{e-h} V^e + k_{s-h} V^s + k_{11-h} V^{11} + k_{h-h} V^h)^{last} + k_{e-h-R} V^{e-R} + k_{s-h-R} V^{s-R} + k_{11-h-R} V^{11-R} + k_{h-h-R} V^{h-R} + (k_{e-h-R} V^{e-R} + k_{s-h-R} V^{s-R} + k_{11-h-R} V^{11-R} + k_{h-h-R} V^{h-R})^{last}), \quad (3)$$

где $k = 1...28$, k – укрупненная группа специальности; i – номер года; w_k – коэффициент профориентированности для специальности k ; K^k – престижность специальности k ; $P_k^h(i)$ – прием студентов в высшие учебные заведения в год i на специальность s в рассматриваемом регионе; V^{11} , V^e , V^s , V^h – выпуск из системы среднего общего, начального, среднего и высшего профессионального образования соответственно; V^{11-R} , V^{e-R} , V^{s-R} , V^{h-R} – выпускники других регионов из системы среднего общего, начального, среднего и высшего профессионального образования соответственно, продолжающие обучение в рассматриваемом регионе; K^{X-Y} – коэффициенты, обозначающие долю лиц потока X , вливающегося в поток Y ; верхние индексы: e – начальное образование, s – среднее, h – высшее; верхний индекс $last$ – выпускники предыдущих лет.

В модель введены новые коэффициенты. Престижность специальности определяется на основе конкурса на соответствующую специальность. Его определяют такие факторы, как величина заработной платы, социальные гарантии, престиж профессии, возможность карьерного роста и т.д.

Исследование чувствительности модели по выбранным сценариям. Исследование модели на чувствительность и устойчивость позволит определить влияние различных параметров на результат моделирования.

В результате анализа достигнутого уровня социально-экономического развития Алтайского края, основных проблем и приоритетных направлений Управлением Алтайского края по экономике и инвестициям определены три основных сценария долгосрочного развития, являющиеся наиболее вероятными в прогнозируемых на перспективу экономических условиях. На основе соответствующих сценариев развития экономики региона в данной работе моделируется уровень востребованности выпускников вузов (табл. 2).

В программе социально-экономического развития региона заложены темпы роста ВДС. Также в данной программе заложены темпы роста инвестиций в основной капитал ($I(i)$) по видам деятельности l . После проведения анализа этих показателей выявлена тесная связь производительности труда от инвестиций, что позволяет прогнозировать $f(i)$ в зависимости от инвестиций в данную отрасль эко-

номики. Таким образом, с помощью следующего уравнения появляется возможность произвести расчет производительности труда:

$$f(i) = 0,5 \cdot 10^{-5} \cdot I(i) + 0,0675. \quad (4)$$

Таблица 2

Характеристика сценарных условий трудоустройства выпускников вузов

№ сценария	Значение основных параметров	Пояснения
1	$I = 46990$ $X = 306879,4$ $f = 0,30245$	Сценарные условия предусматривают снижение государственного заказа на выпуск специалистов с высшим образованием при существующих возможностях их трудоустройства
2	$I = 56150$ $X = 322050$ $f = 0,3483$	Данный сценарий предусматривает создание новых рабочих мест и поддержку трудоустройства выпускников вузов при существующем выпуске специалистов
3	$I = 59486$ $X = 328939$ $f = 0,36493$	Перераспределение набора специалистов, в том числе получение второго высшего образования и прогнозирование создания новых рабочих мест

Примечание: 1 – инерционный сценарий; 2 – инвестиционный сценарий; 3 – инновационно-активный сценарий.

На рисунке 2 показана зависимость производительности труда от инвестиций в основной капитал.

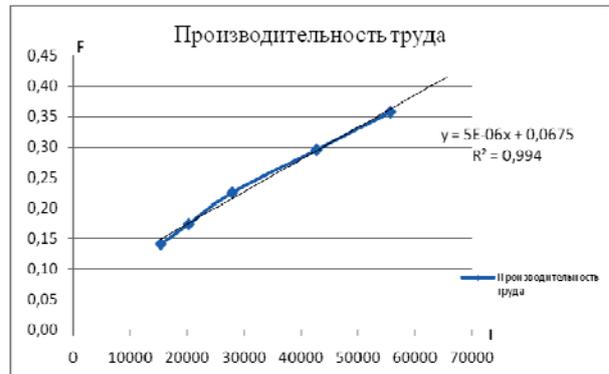


Рис. 2. Зависимость производительности труда от инвестиций в основной капитал

В программе социально-экономического развития региона заложен прогноз инвестиций в основной капитал [2]. В зависимости от соответствующего сценария изменяется и прогноз производительности труда по видам экономической деятельности (табл. 3).

Рассчитаем коэффициенты чувствительности для различных сценариев социально-экономического развития региона (табл. 4).

Таблица 3
Производительность труда в зависимости от различных сценарных условий

$f(i)$	Инерционный	Инвестиционный	Инновационно-активный
2010	0,30245	0,3483	0,36493
2011	0,34854	0,3785	0,42338
2012	0,40281	0,4325	0,51505
2013	0,47276	–	–

Таблица 4
Коэффициент чувствительности для различных сценарных условий

Параметры	Основные сценарии		
	1	2	3
f	0,77	0,78	0,76
K^k	0,89	0,91	0,90
w_k	0,95	0,97	0,93

Таким образом, коэффициент чувствительности показывает влияние изучаемых параметров на распределение выпускников школ по специальностям в высших учебных заведениях.

При формировании сценариев развития региона предлагается проводить оценку пороговых значений коэффициентов чувствительности. При выходе

коэффициентов чувствительности за пределы допустимых значений следует разрабатывать новую стратегию устойчивого развития региона.

Пороговые значения коэффициента чувствительности определяются следующими формулами [3]:

$$\text{нижняя граница: } \bar{K} = \bar{x} - z\sigma_{\bar{x}};$$

$$\text{верхняя граница: } \underline{K} = \bar{x} + z\sigma_{\bar{x}},$$

где z – устойчивый аргумент функции Лапласа определяется из уравнения $2\Phi(z) = \gamma$ (при заданном $\gamma = 0,95$ аргумент z находят по таблице значений функции Лапласа), а $\sigma_{\bar{x}} \approx S / n^{0,5}$; n – размер выборки; S – исправленное среднее квадратическое отклонение, так как при достаточно большом объеме выборки $S \rightarrow \sigma_0$.

Таким методом находим интервал, в который с заранее заданной вероятностью попадает коэффициент чувствительности. Если коэффициент чувствительности находится в пределах допустимых значений, то стратегия развития будет рациональной, в противном случае существует необходимость пересмотра стратегии, направленной на осуществление контроля за внешними факторами.

Заключение. При введении коэффициента профориентированности и престижности специальности видно их влияние в целом на распределение выпускников 11 классов по укрупненным группам специальностей.

Библиографический список

1. Васильев В.Н., Гуртов В.А., Питухин Е.А., Рудаков М.Н., Серова Л.М., Сигова С.В., Суоров М.В. Рынок труда и рынок образовательных услуг в субъектах Российской Федерации. – М., 2007.

2. Афанасьев В.Н., Юзбашев М.М. Анализ временных рядов и прогнозирование. – М., 2004.

3. Кибиткин А.И., Скотаренко О.В. Эконометрические методы оценки чувствительности экономической системы // Вестник МГТУ. – Мурманск, 2010. – Т. 13, №1.