

УДК 519.711.3:331.5 (571.150)

*А.Б. Панюкова***Математическое моделирование востребованности выпускников профессионального образования Алтайского края\***

*Ключевые слова:* моделирование, безработица, занятость, вектор вакансий, вектор выпуска, выпускник.

*Key words:* modelling, unemployment, employment, vector of vacancies, vector of release, graduate.

Рынок труда является неотъемлемой и органичной частью любой реально действующей рыночной системы. Человеческий капитал, гармонично распределенный и эффективно функционирующий при помощи рынка труда, создает основу устойчивого развития региона и страны в целом.

В экономике как в целом, так и на уровне секторов и отраслей действует ряд факторов, которые сформировались в прошлые годы (например, половозрастная структура кадров и износ производственных фондов, особенности технологического развития, характер экономических взаимосвязей, монополизм отдельных предприятий, психология населения) и продолжают сегодня оказывать значительное воздействие на состояние и развитие занятости населения.

В условиях кризиса многие современные отрасли, в том числе наукоемкие производства, наука, требующие высокой квалификации исполнителей и в то же время высоких затрат, легче поддаются разрушению и кадровой деградации, чем более традиционные производства. Непроработанность проблем развития занятости при выработке и проведении экономической политики может привести и уже приводит к регрессивным процессам в структурах занятости, к росту продолжительности безработицы и ее структурных компонент.

Важным этапом и, возможно, одним из первых шагов в достижении управляемости и предсказуемости движения к траекториям устойчивого экономического роста может явиться перспективный (средне- и долгосрочный) прогноз социально-экономического развития страны. Он должен выступить как инструмент оценки эффективности проводимых и намечаемых властью социально-экономических и иных мер на основе научного анализа существенных моментов, характеризующих данный этап развития страны и ее экономики. Прогнозирование динамики и структур занятости населения и рынков труда должно занимать важное место в деятельности федеральных и региональных органов управления [1].

При разработке прогнозов, помимо концепций и идей, огромное значение приобретают проблемы

измерения и количественной оценки масштабов и интенсивностей отдельных процессов и явлений, их взаимосвязи и меры взаимовлияния. Решения, принимаемые в области структурной политики, развития отраслей, инвестиционных, финансовых программ, политики доходов, развития системы образования и др., должны быть взаимосвязаны с состоянием сферы занятости и анализом их воздействия на нее, что позволит проводить более активную и результативную политику занятости и регулирования рынка труда. Традиционными направлениями исследований динамики занятости населения и рынка труда являются: анализ текущего состояния рынка труда; выявление наиболее адекватных методов и подходов государственной политики занятости; исследование рынка труда отдельных регионов в сопоставлении с общими тенденциями на рынке труда. Эффективно решать задачу программирования перспектив занятости населения можно лишь на основе комплексного рассмотрения воспроизводства рабочей силы и основных макроэкономических процессов, связанных с ним, решения проблемы согласования спроса на рабочую силу и ее предложения.

Разработка программы поддержания и развития занятости, сдерживания безработицы, минимизации ее структурной составляющей предполагает прогнозирование занятости населения и ее структуры в зависимости как от основных макроэкономических параметров развития, так и с учетом демографических и, в частности, миграционных процессов, оказывающих влияние (особенно в регионах) на предложение рабочей силы.

Многие из этих проблем можно достаточно успешно решать, используя методы исследования операций, в частности имитационное моделирование, теорию игр, регрессионный и трендовый анализ, реализуя эти алгоритмы в пакете прикладных программ MS Excel.

При описании демографических процессов обычно выделяют естественное движение (рождаемость, брачность, дожитие, смертность) и миграцию. Каждый из этих видов движения характеризуется набором показателей. Прикладные модели демографических процессов должны давать текущие и прогнозные количественные оценки численности населения, учитывая влияние социально-экономической среды на динамику основных демографических параметров.

Потребность экономики региона в кадрах является важным показателем состояния рынка труда. Изменение этого показателя подвержено воздейст-

\* Работа выполнена при поддержке ведомственно-аналитической программы «Развитие научного потенциала Высшей школы 2009–2010» (проект №2.2.2.4/4278).

вию большого числа факторов, которые влияют на рынок труда в целом.

**Положение выпускников системы профессионального образования на рынке труда Алтайского края.** Выпускники 2009 г. представляют существенную потенциальную нагрузку для региональных рынков труда края.

Высшее образование связано с более низким риском безработицы. Лица со средним образованием сталкиваются с высоким риском безработицы, и это самая большая группа среди безработных.

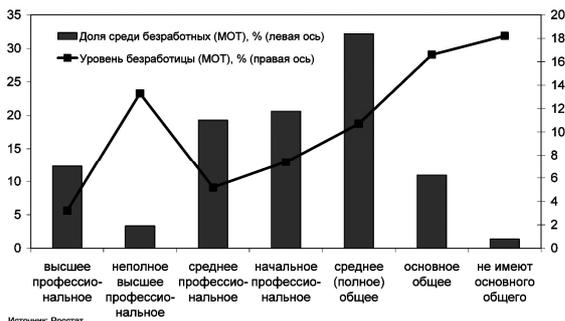


Рис. 1. Общая безработица и уровень образования, ноябрь 2008 г.

В 2009 г. учебные заведения системы профессионального образования выпустят 24,7 тыс. человек, в том числе 8,2 тыс. – заведения высшего профессионального образования.

Наибольший риск быть нетрудоустроенными у выпускников начального профессионального образования (НПО) (19,2%). Наименьший риск (6,4%) имеют выпускники высшего профессионального образования (ВПО). Однако, несмотря на это, среди выпускников, состоящих на учете в центре занятости населения, 37% составляют выпускники высших учебных учреждений.

Распределение выпускников, состоящих на учете в центре занятости населения (ЦЗН), показано на рисунке 2.

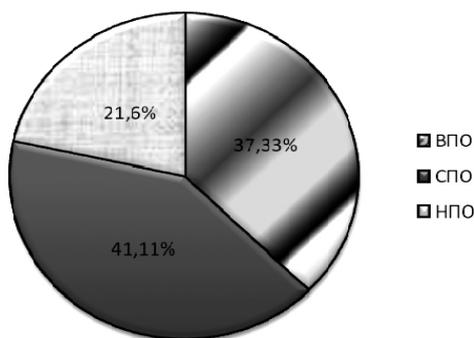


Рис. 2. Распределение выпускников, состоящих на учете в ЦЗН в 2009 г.

Наименьший процент среди выпускников, состоящих на учете в ЦЗН, составляют выпускники НПО (21,6%). Это связано также и с тем, что выпу-

скинники НПО продолжают свое обучение и дальше в учебных учреждениях (ОУ) высшего и среднего профессионального образования.

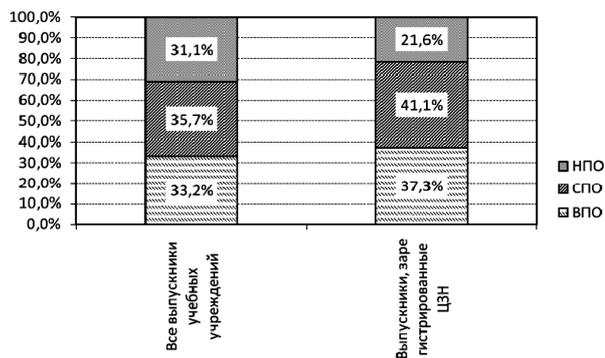


Рис. 3. Распределение выпускников учебных учреждений

Как видно на рисунке 4, ежегодно численность выпускников снижается.

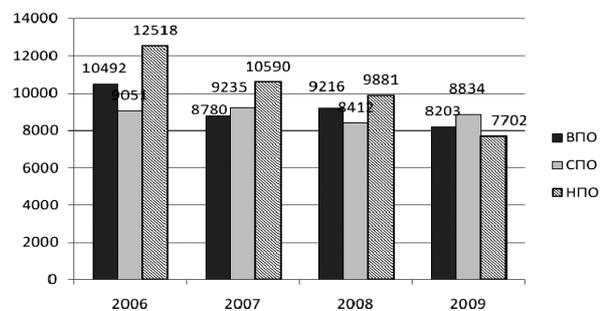


Рис. 4. Динамика численности выпускников по уровням образования

На сегодняшний день одна из самых актуальных задач – прогнозирование потребностей государственных учреждений в необходимых им специалистах [2]. Актуальным выступает также прогнозирование потребностей экономики в кадрах и регулирования набора в учебные учреждения.

Возникает задача поиска наиболее оптимального соответствия потребностей рынка труда и возможностей системы образования обеспечить эти потребности. Решение этой проблемы необходимо проводить на субфедеральном уровне в силу низкой горизонтальной мобильности квалифицированной рабочей силы.

Базой для решения задач анализа и прогноза в данной работе служит система математических моделей, описывающих динамику взаимосвязей экономики, рынка труда и профессионального образования.

Низкий уровень межрегиональной миграции трудовых ресурсов и учащейся молодежи позволяет рассмотреть регион как замкнутую систему.

Разрабатываемая методика прогнозирования перспективных потребностей рынка труда в выпускниках системы профессионального образования берет за основу анализ следующих значимых параметров, касающихся мониторинга текущих и про-

гнозирование перспективных потребностей регионального рынка труда в кадрах с различным уровнем профессионального образования [3]. Среди них:

- численность постоянного населения;
- численность трудоспособного населения;
- распределение численности занятого населения по отраслям экономики и социальной сферы;
- уровень образования среди занятых в различных отраслях экономики.

Моделируется влияние выпуска школьников (выпускников средних образовательных учреждений СОУ) на приемы в образовательные учреждения высшего профессионального образования. Учитывается отток поступающих в образовательные мегаполисы других регионов, в частности в Москву, Санкт-Петербург, Новосибирск, Томск. Исследуются потоки абитуриентов за последние годы, строится дискретная динамическая модель распределения потоков выпускников по ОУ НПО, СПО, ВПО.

Необходимо свести задачу потребности экономики в специалистах к некоторой балансовой модели [4].

Обозначим через вектора вакансий  $Pt(i)$ :

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

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

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

С нашей точки зрения, удовлетворение потребности состоит в максимальном соответствии возникающих вакантных рабочих мест в отраслях экономики числу подготовленных для этого специалистов в разрезе групп специальностей и уровней образования.

Для прогнозирования численности работников по видам экономической деятельности можно использовать несколько различных сценариев, для каждого из них в дальнейшем прогнозируется потребность в кадрах, а соответственно и востребованность специалистов.

Определим количество выпускников из всех ОУ региона к году  $t(i)$  как:

$V_V(i) \in N^{1 \times 28}$  – 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;

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

Тогда математически такая задача баланса спроса и предложения на рынке труда в регионе к  $t(i)$  году сводится к решению системы уравнений:

$$\begin{cases} V_V(i) = Pt_V(i) \\ V_S(i) = Pt_S(i) \\ V_N(i) = Pt_N(i) \end{cases} \quad (1)$$

Соотношение (1) определяет количество специалистов, необходимых для полного замещения потребностей в экономике исследуемого региона.

Данная задача сводится к двойственной задаче оптимизации. Надо найти минимум функционала, который бы свел выпуски из ОУ к потребностям по специальностям и уровню образования:

$$\sum_{k=1}^{28} (v_V(i)_k - pt_V(i)_k)^2 + \sum_{k=1}^{28} (v_S(i)_k - pt_S(i)_k)^2 + \sum_{k=1}^{28} (v_N(i)_k - pt_N(i)_k)^2 \rightarrow \min, \quad (2)$$

где  $V_V(i) = (v_V(i)_k)_{k=1,28}$ ,  $V_S(i) = (v_S(i)_k)_{k=1,28}$ ,

$V_N(i) = (v_N(i)_k)_{k=1,28}$ ,  $Pt_V(i) = (pt_V(i)_k)_{k=1,28}$ ,

$Pt_S(i) = (pt_S(i)_k)_{k=1,28}$ ,  $Pt_N(i) = (pt_N(i)_k)_{k=1,28}$ ,

$k$  – индекс специальности.

Существует ряд ограничений, от которых зависит распределение выпускников среднего образования. Среди них демографические ограничения – с 2007 г. происходит резкое сокращение численности выпускников 11 класса.

В данной работе принимается ряд основных допущений:

1. Выпускникам 9-х и 11-х и гражданам с общим средним образованием в поисках возможности получения профессионального образования доступны всего три альтернативы: ОУ начального профессионального образования (НПО) со сроком обучения два года; ОУ среднего профессионального образования (СПО) со сроком обучения четыре года; ОУ высшего профессионального образования (ВПО) со сроком обучения пять лет.

2. Желающие учиться не могут одновременно поступить в два (или более) образовательных учреждения.

3. Процессы (события), не связанные с поступлением в ОУ (служба в армии, неквалифицированная работа без профессионального образования), не рассматриваются в рамках данных моделей.

Зависимость выходных потоков (выпусков) ОУ от входных потоков (приемов) выражается через передаточные функции.

$$\begin{aligned} V_V(i) &= K_V P_V(i-5), \quad V_C(i) = K_C P_C(i-4), \\ V_N(i) &= K_N P_N(i-2), \end{aligned} \quad (3)$$

где  $K_N, K_C, K_V$  – коэффициенты передаточной функции (коэффициенты отсева) для трех уровней образования соответственно;  $P_O(i)$  – прием в ОУ уровня  $O$ ;  $V_O(i)$  – выпуск из ОУ уровня  $O$ ;  $O \in \{V, C, N\}$ .

В данной работе интерес представляет определение потребностей, т.е. правая часть системы (1).

Если известна потребность в специалистах на конец периода  $Pt_V(i_f)$ , которой должны соответствовать выпуски из ОУ ВПО, состоявшийся выпуск на текущий год  $V_V(i_s)$  известен.

Тогда математическая модель оптимальных желаемых выпусков  $V_V^*(i_s)$  для ВПО построена в виде:

$$V_V^*(i) = V_V(i_s) + (i - i_s) \left( Pt_V(i_f) - V_V(i_s) \right) / (i_f - i_s) \quad (4)$$

Оптимальный прием в год можно оценить в результате решения обратной задачи по формуле (3):

$$P_V^*(i) = V_V^*(i_s + 5) / K_V \quad (5)$$

Описанные модели (1), (3), (4) служат для решения задачи уменьшения дисбаланса между потребностью экономики и выпуском системы образования.

Разработанная модель востребованности выпускников профессионального образования реализована в среде электронных таблиц Excel и позволяет при заданных сценарных условиях прогнозировать уровень занятости выпускников высшего, среднего и начального образования, а также оценивать степень дефицита по некоторым профессиональным группам.

Эти результаты могут быть использованы для уменьшения дисбаланса между потребностью экономики и выпуском системы образования в среднесрочной перспективе.

### Библиографический список

1. Коровкин, А.Г. Динамика занятости и рынка труда: Вопросы макроэкономического анализа и прогнозирования / А.Г. Коровкин. – М., 2001.
2. Путин, В.В. Послание Федеральному Собранию Российской Федерации 26 мая 2004 г. Москва. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru>.
3. Гуртов, В.А. Моделирование потребностей экономики в кадрах с профессиональным образованием / В.А. Гуртов, Е.А. Питухин, Л.М. Серова // Проблемы прогнозирования. – 2007. – №6.
4. Васильев, В.Н. Формализация математической модели прогнозирования потребностей региональных экономик в специалистах с профессиональным образованием / В.Н. Васильев, В.А. Гуртов, Е.А. Питухин // Спрос и предложение на рынке труда и рынке образовательных услуг в регионах России : в 3 кн. – Петрозаводск, 2004. – Кн. 1.