

Полищук Елена Анатольевна

кандидат экономических наук, доцент,
доцент кафедры менеджмента
предпринимательской деятельности
Института экономики и управления
Крымского федерального университета
имени В.И. Вернадского

Клевец Николай Иванович

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры системного анализа
и информатизации
Академии биоресурсов и природопользования
Крымского федерального университета
имени В.И. Вернадского

МОДЕЛИРОВАНИЕ КАДРОВЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Аннотация:

В статье представлены результаты моделирования кадровых потребностей реального сектора экономики Республики Крым на основании разработанной нелинейной математической модели, целевая функция которой представляет собой взвешенную сумму квадратов отклонений принятых с учетом контрольных цифр приема абитуриентов от кадровой потребности по основным видам экономической деятельности. Установлено, что применяемая модель является вполне адекватной для использования в условиях дефицита рабочей силы, так как учитывает спрос на кадры в реальном секторе экономики и наличие бюджетных мест для обучения по основным направлениям подготовки.

Ключевые слова:

рынок труда, реальный сектор экономики, конъюнктура, профессиональное образование, кадровый дефицит, математическое моделирование, нелинейное программирование, оптимизация, абитуриент, Республика Крым.

Polishchuk Yelena Anatolyevna

PhD in Economics,
Assistant Professor,
Entrepreneurship Management Department,
Institute of Economics and Management,
V.I. Vernadsky Crimean Federal University

Klevets Nikolay Ivanovich

PhD in Technical Science,
Assistant Professor,
System Analysis and Informatization Department,
Academy of Life and Environmental Sciences,
V.I. Vernadsky Crimean Federal University

MODELING OF STAFFING REQUIREMENTS OF THE REAL ECONOMY IN THE REPUBLIC OF CRIMEA

Summary:

The article presents results of the modeling of staffing needs of the real economy in the Republic of Crimea on the basis of the developed nonlinear mathematical model, the target function of which is a weighted sum of squared deviations taking into account key figures of student admission from staff requirement according to the main types of economic activities. It has been found that the applied model is quite appropriate for applying in the context of labour shortage, since it takes into account the demand for personnel in the real economy and the availability of state-funded scholarships for basic education programs.

Keywords:

labour market, real sector of economy, market conditions, professional education, understaffing, mathematical modeling, non-linear programming, optimization, applicant, the Republic of Crimea.

Профессионально-квалификационный дисбаланс, наблюдаемый на рынке труда Республики Крым, является серьезной проблемой, снижающей продуктивность общественного производства, по следующим причинам: во-первых, из-за возникновения несогласованности квалификационных характеристик работников с основными требованиями работодателей, а во-вторых, вследствие наличия с середины 2015 г. кадрового дефицита по ряду направлений подготовки (75 % вакансий, предлагаемых работодателями на рынке труда, предназначены для соискателей рабочих профессий, при этом удельный вес их подготовки составляет около 33 % от совокупного состава выпускников). Из этого следует, что задача снижения такого дисбаланса является одной из наиболее значимых для развития республики [1, с. 138].

Данное обстоятельство актуализирует необходимость осуществления математического моделирования, позволяющего на основании математической базы выявить оптимальные варианты покрытия кадрового дефицита, обеспечивающие стабильное развитие анализируемого рынка в предсказуемом направлении.

Вопросы моделирования потребностей рынка труда в кадровом составе рассматривали в научных трудах многие исследователи: И.Е. Быстров, А.Ф. Задонцев, В.Н. Козлов [2], Ю.Д. Шмидт, Ю.А. Пикулина [3, с. 213–224], М.Ф. Гончаренко [4], А.Г. Мокронос [5], В.В. Федосеев [6] и др.

Значительный вклад благодаря своим разработкам в данную тематику внес коллектив ученых Петрозаводского государственного университета под руководством профессора В.А. Гуртова, который на протяжении длительного периода изучал основные методы и математические модели, дающие возможность получать прогнозные оценки потребностей региональных экономик в выпускниках системы профессионального образования [7]; разрабатывал комплекс взаимодействующих между собой алгоритмов для реализации модели покрытия кадрового дефицита на рынке труда [8]; представлял методику и показатели ежегодной дополнительной потребности экономики в кадрах с профессиональным образованием [9] и т. п.

Признавая высокую научную значимость проанализированных трудов, следует отметить, что недостаточно изученным является вопрос покрытия кадрового дефицита с учетом перспективных направлений и потребностей для их эффективного развития.

Цель исследования: разработка математической модели в качестве убедительной основы для принятия решений по вопросу о перераспределении контрольных цифр приема (КЦП) абитуриентов по направлениям подготовки и специальностям с учетом потребностей реального сектора экономики в специалистах с высшим и средним профессиональным образованием и, как следствие, обоснование необходимости перераспределения бюджетных средств (федеральный и республиканский бюджет), выделяемых на финансирование республиканской системы профессионального образования.

В таблице 1 представлена информация о потребностях работодателей в рабочей силе, а также данные о наличии бюджетных мест для приема абитуриентов на первый курс средних профессиональных образовательных организаций (СПО) и организаций высшего образования (ВО).

Таблица 1 – Данные о потребности регионального рынка труда в рабочей силе и наличии бюджетных мест в организациях ВО и СПО

| № п/п | Виды экономической деятельности | Приоритеты | ВО (бюджетные места) * | ВО (потребность работодателей) ** | СПО (бюджетные места)* | СПО (потребность работодателей) ** | Всего бюджетных мест по ВО и СПО | Общая потребность работодателей |
|-------|--|------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | Сельское хозяйство, рыбное хозяйство | 8 | 780 | 500 | 996 | 2 500 | 1 776 | 3 000 |
| 2 | Промышленность | 10 | 450 | 600 | 2 435 | 3 100 | 2 885 | 3 700 |
| 3 | Строительство | 9 | 495 | 1 450 | 270 | 5 050 | 765 | 6 500 |
| 4 | Деятельность отелей, ресторанов, санаторно-курортных организаций | 6 | 515 | 550 | 284 | 2 200 | 799 | 2 750 |
| 5 | Финансовая деятельность | 3 | 540 | 500 | 514 | 1 000 | 1 054 | 1 500 |
| 6 | Государственное управление | 2 | 90 | 450 | 0 | 0 | 90 | 450 |
| 7 | Образование | 4 | 1 117 | 600 | 130 | 815 | 1 247 | 1 415 |
| 8 | Здравоохранение и социальная помощь | 7 | 710 | 700 | 325 | 2 600 | 1 035 | 3 300 |
| 9 | Информационные технологии | 5 | 390 | 850 | 265 | 1 650 | 655 | 2 500 |
| 10 | Другие виды экономической деятельности | 1 | 3 293 | 950 | 1 761 | 2 050 | 5 054 | 3 000 |
| Итого | | | 8 380 | 7 150 | 6 980 | 20 965 | 15 360 | 28 115 |

* Составлено авторами на основании данных официальных сайтов образовательных организаций высшего и среднего профессионального образования.

** Информация представлена ГКУ РК «Центр занятости населения» на основании опроса крымских работодателей всех форм собственности.

Для реализации поставленной цели следует разработать математическую модель, позволяющую оценить оптимальный план приема абитуриентов по направлениям подготовки в связи с потребностями в рабочей силе реального сектора экономики, а также бюджетных средств, выделенных на их подготовку, и общего количества выпускников региона. При этом предположим, что почти все выпускники общеобразовательных организаций будут получать профессиональное образование и все выпускники профессиональных образовательных организаций будут трудоустроены по специальности.

В качестве целевой функции (ЦФ) задачи, которую необходимо минимизировать, выберем взвешенную сумму квадратов отклонений принятых на бюджетное обучение абитуриентов от кадровой потребности:

$$F(X) = \sum_{n=1}^{n=10} [w_n (D_n - X_n)^2], \quad (1)$$

где X – вектор искомых оптимальных планов приема абитуриентов по направлениям подготовки, w – вектор весовых коэффициентов направлений подготовки специалистов, D – вектор спроса на специалистов по направлениям подготовки (стб. 5 и 7 табл. 1), n – номер направления подготовки специалистов.

Вектор весовых коэффициентов равен нормированным на единицу приоритетам подготовки специалистов, представленным в столбце 3 (табл. 1). Нормировка выполняется по формуле:

$$w = w / \sum_n w_n. \quad (2)$$

Нормированные значения весов имеют следующие значения: 0,145; 0,182; 0,164; 0,109; 0,055; 0,036; 0,073; 0,127; 0,091; 0,018.

Данная задача имеет по меньшей мере два ограничения, которые должны быть учтены при ее решении. Первое заключается в том, что суммарное количество первокурсников не может превышать общее количество абитуриентов на все направления подготовки, приведенные в последней строке (табл. 1). Второе описывает область допустимых решений (ОДР) задачи. В качестве верхнего предела первокурсников по каждому направлению подготовки возьмем соответствующее минимальное число из столбцов 4, 5 и 6, 7. Для специалистов с высшим образованием получим $X_{\max} = \{500 \ 450 \ 495 \ 515 \ 500 \ 90 \ 900 \ 700 \ 390 \ 950\}$. Нижний предел для неизвестных возьмем равным разности соответствующих элементов вектора X_{\max} и минимального элемента этого вектора (для ВПО это число равно 90). В результате получим $X_{\min} = \{410 \ 360 \ 405 \ 425 \ 410 \ 0 \ 510 \ 610 \ 300 \ 860\}$.

Указанные ограничения можно записать следующим образом:

$$\sum_n X_n \leq I_{\max}, \quad X_{\min} \leq X \leq X_{\max}, \quad (3)$$

где I_{\max} – суммарная численность абитуриентов по всем направлениям подготовки.

На основании классификации, принятой в математическом программировании, предложенная модель (1), (3) является задачей целочисленного сепарабельного квадратичного (нелинейного) программирования. Однако ввиду значительного количества абитуриентов можно игнорировать условие целочисленности и решать задачу для непрерывно изменяющихся переменных с последующим округлением оптимального плана приема до целых чисел.

Вначале рассмотрим результаты оптимизации набора первокурсников в организации ВО. Проведенные исследования, учитывающие количество обучающихся в 11-х классах, количество зарегистрированных для сдачи ЕГЭ, процент неявившихся на сдачу экзамена, процент преодолевших минимальный порог по предметам, количество планирующих поступать в СПО региона, количество планирующих поступать в ведущие образовательные организации материковой России, позволили дать оценку максимального количества абитуриентов, поступающих в учреждения ВПО, равную $I_{\max} = 16 \ 000$ чел. Задача решалась в системе автоматизированных вычислений Mathcad с использованием встроенной функции *Minimize(F,X)*. Ограничения на ОДР представлены выше. В результате получен вектор оптимального приема абитуриентов на все десять направлений подготовки, удовлетворяющий ограничениям (3):

$$X_0 = \{500 \ 450 \ 495 \ 515 \ 500 \ 90 \ 600 \ 700 \ 390 \ 950\}. \quad (4)$$

Сравнив X_{\min} , X_{\max} и X_0 , делаем следующие выводы:

1. При оптимальном плане приема абитуриентов, с учетом ограничений в наличии бюджетных мест, наиболее неудовлетворенным является спрос работодателей в специалистах по следующим направлениям подготовки: «Строительство», «Государственное управление», «Информационные технологии» (см. табл. 1). В связи с данным обстоятельством можно рекомендовать увеличение объема бюджетных ассигнований по данным направлениям с целью привлечения выпускников. Целесообразным будет также стимулирование абитуриентов для поступления на данные направления подготовки на контрактной основе за счет сокращения платы за обучение.

2. По ряду направлений подготовки наблюдается избыток бюджетных мест, а именно по направлениям «Сельское хозяйство», «Образование» и другим видам экономической деятельности. Для решения данной проблемы рекомендуем следующие меры: сокращение контрольных цифр приема, информирование потенциальных абитуриентов о реальной ситуации на рынке труда для поступления на направления подготовки, в чьих специалистах остро нуждается реальный сектор экономики, и др.

Следует также отметить, что в общий пункт «Другие виды экономической деятельности» могут входить как более, так и менее востребованные специальности, поэтому данное направление нуждается в дополнительных исследованиях.

Что касается подготовки специалистов со СПО, то обращает на себя внимание трехкратное превышение потребности в таких специалистах в сравнении с количеством бюджетных мест в образовательных учреждениях (см. стб. 6 и 7 табл. 1). Возможное количество абитуриентов (выпускники 9-х и 11-х классов), планирующих поступать в образовательные организации СПО, по оценкам в 2016 г. составляет примерно 14 000 чел. Второе ограничение (3), рассчитанное по приведенному выше алгоритму, дало следующие результаты:

$$X_{\min} = \{866 \ 2 \ 305 \ 140 \ 154 \ 384 \ 0 \ 195 \ 135 \ 1 \ 631\},$$
$$X_{\max} = \{996 \ 2 \ 435 \ 270 \ 284 \ 514 \ 130 \ 325 \ 265 \ 1 \ 761\}.$$

Расчеты для направления «Государственное управление» не проводились по причине отсутствия потребности в таких специалистах со СПО. Оптимальный план приема на первый курс обучения по данной категории работников получился равным $X_0 = \{996 \ 2 \ 435 \ 270 \ 284 \ 514 \ 130 \ 325 \ 265 \ 1 \ 761\}$, т. е. совпал с количеством бюджетных мест по каждому направлению.

Таким образом, можно сделать следующие выводы относительно подготовки специалистов со СПО:

1. В Республике Крым имеются существенные проблемы в системе среднего профессионального образования, так как реальный спрос работодателей по всем видам экономической деятельности в три раза превышает количество выпускаемых институтом образования специалистов среднего звена и высококвалифицированных работников.

2. В связи с данным обстоятельством система среднего профессионального образования Республики Крым остро нуждается в поддержке, а именно: в увеличении суммы бюджетных ассигнований на ее развитие; увеличении контрольных цифр приема абитуриентов; актуализации профессиональной ориентации в общеобразовательных организациях (престижность получения рабочей профессии), информировании обучающихся о реальной ситуации, происходящей на рынке труда республики, и других мерах стимулирования приобретения рабочих профессий; увеличении контрактных мест для выпускников 11-х классов с целью сокращения численности маргинальных молодежных групп, которые, с учетом качественной подготовки, будут иметь все шансы для эффективного трудоустройства.

В заключение представим общие выводы по проделанной работе:

1. Проведенные исследования позволили получить адекватную математическую модель для оптимизации плана приема абитуриентов для обучения в организациях ВО и СПО.

2. Результаты моделирования показали, что система подготовки профессиональных кадров для удовлетворения реального сектора Республики Крым нуждается в существенных изменениях в направлении увеличения бюджетного финансирования в области СПО и корректировки в области ВО.

3. По некоторым видам экономической деятельности требуется углубленный анализ ситуации с дезагрегированием статистических данных.

4. Первоначальные данные для моделирования регионального рынка труда не являются строго детерминированными. По этой причине целесообразно разработать математическую модель, базирующуюся на нечетко-множественном подходе.

Ссылки:

1. Полищук Е.А. Мониторинг современного состояния рынка труда молодежи: спрос и предложение рабочей силы // Современная наука – обществу XXI века : монография. Ставрополь, 2016. С. 115–139.
2. Быстров И.Е., Задонцев А.Ф., Козлов В.Н. Прогнозирование и определение потребности в специалистах: методы и модели. СПб., 2005.
3. Прогнозирование спроса и предложения на региональном рынке труда : монография / под общ. ред. Ю.Д. Шмидта. Владивосток, 2012.
4. Гончаренко М.Ф. Методи та моделі оцінки та прогнозування потреб економіки у випускниках ВНЗ // Проблеми економіки. 2013. № 1. С. 368–375.
5. Прогнозирование потребности региональной экономики в подготовке квалифицированных кадров : монография / А.Г. Мокроносов [и др.]. Екатеринбург, 2010.
6. Федосеев В.В. Экономико-математические модели прогнозирования рынка труда. М., 2013. 144 с.
7. Гуртов В.А., Мезенцев А.Г., Питухин Е.А. Моделирование потребностей экономики региона в выпускниках системы высшего профессионального образования // Регионология. 2003. № 1–2. С. 262–267 ; Гуртов В.А., Питухин Е.А., Серова Л.М. Моделирование потребностей экономики в кадрах с профессиональным образованием // Проблемы прогнозирования. 2007. № 6. С. 91–107 ; Их же. Прямые и обратные задачи в моделировании системы «Образование – рынок труда – экономика» // Обзорение прикладной и промышленной математики. М., 2007. Т. 14, вып. 4. С. 701 ; Питухин Е.А., Гуртов В.А. Математическое моделирование динамических процессов в системе «Экономика – рынок труда – профессиональное образование». СПб., 2006 ; Питухин Е., Мороз Д. Показатели рынка труда и образовательных услуг: сходимость прогнозов // Служба занятости. 2014. № 3. С. 62–65.
8. Сигова С.В. Восполнение кадрового дефицита на рынке труда Российской Федерации. Петрозаводск, 2009.
9. Трудоустройство выпускников: методология, мониторинг и анализ / под ред. А.В. Воронина, В.А. Гуртова, Л.М. Серовой. М., 2015.

References:

- Bystrov, IE, Zadontsev, AF & Kozlov, VN 2005, *Forecasting and determining the need for specialists: Methods and Models*, St. Petersburg, (in Russian).
- Fedoseev, VV 2013, *Economic-mathematical models of labor market forecasting*, Moscow, 144 p., (in Russian).
- Goncharenko, MF 2013, 'Methods and models to assess graduates and forecasting needs of the economy', *Problemi ekonomiki*, no. 1, pp. 368-375, (in Ukrainian).
- Gurtov, VA, Mezentsev, AG & Pitukhin, EA 2003, 'Simulation of the region's economy needs graduates of higher professional education', *Regionologiya*, no. 1-2, pp. 262-267, (in Russian).
- Gurtov, VA, Pitukhin, EA & Serova, LM 2007a, 'Direct and inverse problems in the modeling of the system, "Education - the labor market - economy"', *Obozreniye prikladnoy i promyshlennoy matematiki*, Moscow, vol. 14, no. 4, p. 701, (in Russian).
- Gurtov, VA, Pitukhin, EA & Serova, LM 2007b, 'Modeling the economy needs staffing with professional education', *Problemy prognozirovaniya*, no. 6, pp. 91-107, (in Russian).
- Mokronosov, AG et al. 2010, *Prediction of the regional economy needs in skills training: a monograph*, Ekaterinburg, (in Russian).
- Pitukhin, EA & Gurtov, VA 2006, *Mathematical modeling of dynamic processes in the system "economy - the labor market - vocational education"*, St. Petersburg, (in Russian).
- Pitukhin, E & Moroz, D 2014, 'Labour market indicators and educational services: the convergence of forecasts', *Sluzhba zanyatosti*, no. 3, pp. 62-65, (in Russian).
- Polischuk, EA 2016, 'Monitoring of the current labor market situation of young people: the demand and supply of labor', *Modern science - society of the XXI century: a monograph*, Stavropol, pp. 115-139, (in Russian).
- Schmidt, YD (ed.) 2012, *Forecasting supply and demand in the regional labor market: a monograph*, Vladivostok, (in Russian).
- Sigova, SV 2009, *Completion of staff shortages in the labor market of the Russian Federation*, Petrozavodsk, (in Russian).
- Voronin, AV, Gurtov, VA & Serova, LM (ed.) 2015, *Employment of graduates: methodology, monitoring and analysis*, Moscow, (in Russian).