

В.А. Гуртов, Е.А. Питухин, Л.М. Серова

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТРЕБНОСТЕЙ ЭКОНОМИКИ В КАДРАХ С ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМ ОБРАЗОВАНИЕМ

В статье рассмотрены алгоритмы и математические модели, позволяющие на основе макроэкономического анализа получать прогнозные оценки потребностей региональных экономик в выпускниках системы высшего, среднего и начального профессионального образования и формировать плановые цифры приема в образовательные учреждения на базе этих потребностей.

Модель опирается на матрицы профессионально-квалификационных соответствий, в ней используются коэффициенты ротации занятого в экономике населения и данные о среднегодовой численности работников по отраслям экономики и уровням образования. Методика для прогнозирования потребностей в выпускниках системы профессионального образования является унифицированной для всех субъектов Российской Федерации.

Образование в российском обществе призвано удовлетворять потребности как личности в получении знаний, умений и навыков, так и экономики в подготовке квалифицированных кадров, востребованных рынком труда. Интерес к проблематике взаимосвязей рынка труда и рынка образовательных услуг сегодня достаточно высокий [1].

Задачи в области взаимосвязи профессионального образования и рынка труда требуют тщательной методологической и методической разработки [2, 3] для приведения в соответствие численности и уровня квалификации выпускников системы профессионального образования с перспективными потребностями рынка труда.

Алгоритмы и модели прогнозирования потребностей экономики в выпускниках системы профессионального образования

Принципиальный подход. Базой для решения задач анализа и прогноза в настоящем исследовании служит система математических моделей, описывающих динамику взаимосвязей экономики, рынка труда и профессионального образования [4].

Низкий уровень межрегиональной миграции трудовых ресурсов и учащейся молодежи позволяет рассматривать субъекты Федерации как замкнутые системы и выполнять прогнозные оценки на региональном уровне, а совокупную потребность для РФ рассчитывать путем суммирования потребностей субъектов Федерации.

Схема обобщенной модели социально-экономической системы региона (рис. 1) содержит четыре поля: систему общего (начального) образования; систему профессионального образования; рынок труда; экономику.

Эти поля отражают этапы движения во времени изучаемых потоков, основным из которых являются людские (трудовые) ресурсы. Данный поток «входит» в схему в виде вектора рождаемости, проходит через системы начального, общего и профессионального образования, попадает на рынок труда и затем вливается в экономику, создавая на «выходе» валовой региональный продукт (ВРП). В указанной схеме человек является трудовым ресурсом, необходимым для производства товаров и услуг.

Кроме прямой задачи – анализа и прогноза развития такой системы, необходимо рассматривать и обратные задачи – оптимизацию выпусков из образовательных учреждений (ОУ), управление приемами в ОУ по требуемым специальностям. Для реализации принятых темпов роста ВРП некоторого региона требуются кадры. При этом

возникает проблема соответствия потребностей экономики в специалистах с возможностями системы образования по подготовке нужного объема квалифицированных кадров для каждой отрасли к определенному сроку.

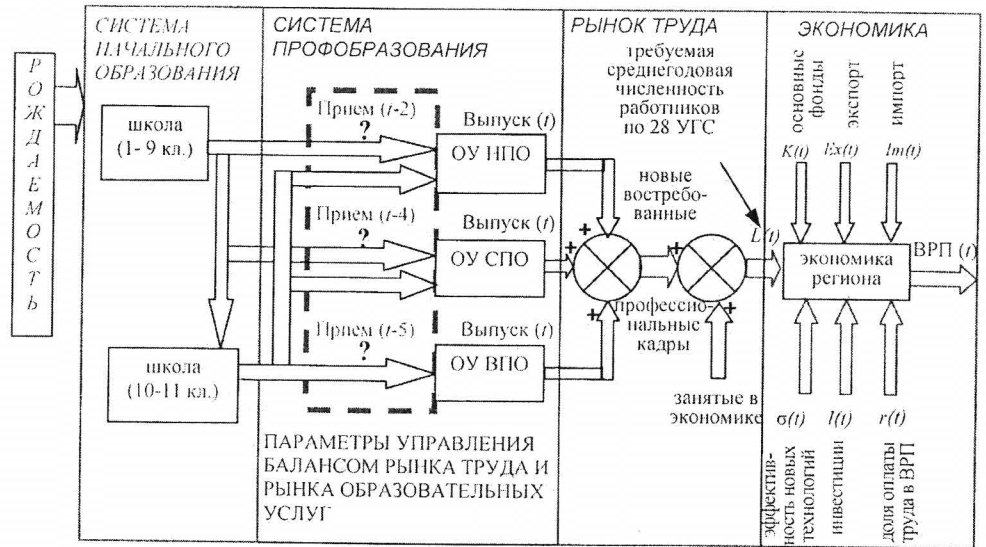


Рис. 1. Структурная модель динамической системы «Экономика – рынок труда – профессиональное образование» (НПО, СПО, ВПО – соответственно начальное, среднее, высшее профессиональное образование)

Наиболее эффективное решение данной проблемы – выявление необходимой для экономики региона численности приема абитуриентов (выделено пунктиром на рис. 1) в ОУ с учетом специальностей и уровней образования. Инструментом реализации при этом может быть государственное задание на размещение контрольных цифр приема в учреждения профессионального образования.

Проблематика, связанная с формированием прогнозных потребностей экономики в кадрах с профессиональным образованием, достаточно подробно рассматривалась на протяжении последних лет. Обзор моделей в области макроэкономики приведен в монографиях В.А. Колемаева [5], Е.А. Питухина и В.А. Гуртова [4]. Модель, связывающая численность работников с параметрами экономики представлена в работе С.В. Дубовского [6] и получила развитие в работе [7]. Анализ прогнозных потребностей российского рынка труда рассмотрен в монографии А.Г. Коровкина [8] и авторских научных публикациях [3, 4]. Прогнозные оценки в области образовательных потоков приведены в работах А.Ф. Киселева, А.Я. Савельева, Б.А. Сазонова [9], А.Ю. Апокина [10], авторов настоящей статьи [3, 11].

Тем не менее изучение этих публикаций свидетельствует об отсутствии моделей, позволяющих проводить комплексный анализ спроса и предложения на рынке труда и рынке образовательных услуг и количественно оценивать потребности рынка труда в специалистах с различным уровнем профессионального образования. Структурная схема динамической системы «экономика – рынок труда – профессиональное образование», приведенная на рис. 1, позволяет разработать комплексную макроэкономическую модель. Ниже более детально рассматриваются отдельные блоки указанной модели.

Блок экономики (сценарии развития экономики и прогноз требуемой численности работников). Предсказать, насколько стабильно в каждую отрасль бу-

дут поступать инвестиции и какие изменения они внесут в отраслевую структуру, достаточно сложно [12]. Предлагается построить несколько сценариев развития экономики, для каждого из которых в дальнейшем можно прогнозировать потребность в кадрах [13]. Региональные программы социально-экономического развития разрабатываются органами исполнительной власти субъектов Федерации, согласуются с федеральными органами управления экономикой и утверждаются региональной законодательной властью [12].

Если доступны приведенные в блоке экономики на рис. 1 статистические данные для исследуемого региона и выбран соответствующий сценарий развития, то для моделирования ВРП отрасли с учетом численности работников предлагается использовать производственную функцию с эндогенным научно-техническим прогрессом (по Харроду) из нестационарной модели российской экономики С.В. Дубовского [6] с дискретным временем:

$$\begin{aligned} & (X(i+1) - X(i))/X(i) = \\ & = \alpha(K(i+1) - K(i))/K(i) + (1 - \alpha)((L(i+1) - L(i))/L(i)) + \sigma I(i)/K(i), \end{aligned} \quad (1)$$

где $X(i)$ – ВРП; $L(i)$ – число занятых или работников; $K(i)$ – основные фонды; $I(i)$ – инвестиции; α – коэффициент эластичности ВРП по фондам; σ – эффективность новых технологий по производительности труда; i – год.

Здесь слагаемое $\sigma I(i)/K(i)$ – темп роста технологического уровня экономики – отображает увеличение производительности труда за счет появления «псевдороботников». Вместе с темпом роста занятости $(L(i+1) - L(i))/L(i)$ они составляют темп экономического роста [6]. Влияние НТП при этом происходит изнутри, эндогенно. Модель производственной функции (1) в случае получения значимых регрессионных оценок при оценке параметров α и σ будет более адекватной реальности, чем при задании НТП экзогенным путем, что подтверждается также аналогичным соотношением, которое можно получить из математических моделей в работе [14].

Как показывает практика расчетов, получить всю необходимую статистическую информацию по осуществленным и планируемым инвестициям, основным фондам, численности работников для отдельной отрасли субъекта Федерации достаточно непросто.

В случае, когда не известны данные о состоянии основных фондов и инвестициях за ретроспективный период и отсутствуют их прогнозы, то для оценки численности занятых тенденции изменения производительности труда экстраполируются на прогнозный период. В указанных случаях полученная численность работников $L(i)$ рассматривается как потребность в кадрах по отраслям экономики региона. Такие оценки соответствуют «сценариям управления», так как численность работников в отрасли зависит от планов изменения ВРП.

Рассматривается также «сценарий невмешательства», в котором изменение численности занятых работников в отрасли не зависит от ожидаемого изменения ВРП и вычисляется на основе экстраполяционной оценки изменения численности региональных трудовых ресурсов. Расчет численности кадров, которые могут быть получены за счет региональных трудовых ресурсов, сводится к нахождению регрессии между прогнозом численности населения региона в трудоспособном возрасте $Lab(i)$ и численностью работников в экономике $L(i)$.

Выбор наиболее вероятного сценария прогноза общей численности работников осуществляется экспертными методами согласно поставленным целям исследования.

Для примера были рассмотрены базовые сценарии развития экономики РФ с приростом ВВП к 2015 г. до 75% по сравнению с 2005, и инвестиционно-активные с приростом ВВП до 100%. Любой из этих сценариев предполагает соответствующий процент увеличения потребности в квалифицированных кадрах, при допущении, что производительность труда постоянна. Основываясь на полученном ранее демографически

обусловленном прогнозе снижения количества выпускников из всех учреждений профессионального образования к 2015 г. в среднем в 2 раза, можно сделать грубую оценку: производительность труда по недобывающим отраслям должна быть увеличена до четырех раз. Макроэкономическая оценка влияния демографической проблемы на экономику, создающего дефицит рабочей силы, дается в статье А.Г. Коровкина, И.Н. Долговой, И.Б. Королева [15].

На рис. 2 показана динамика изменения численности работников в строительстве в целом по РФ.

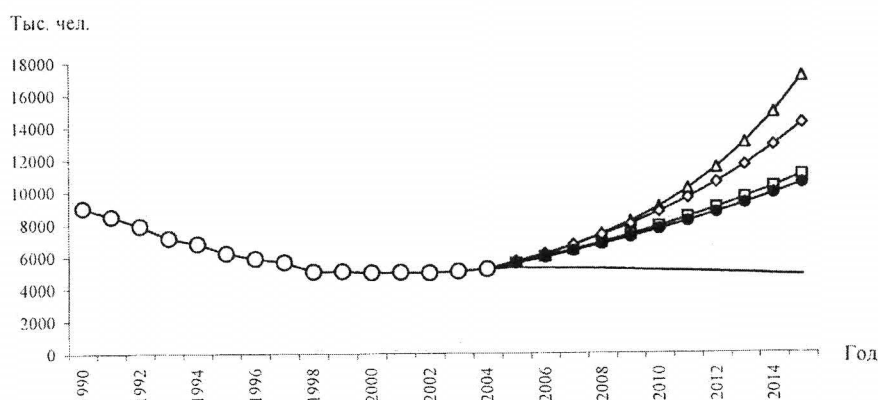


Рис. 2. Различные варианты изменения численности работников в отрасли «Строительство». Рост производительности труда: —◇— линейный; —□— геометрический; —●— экспоненциальный; —△— замедляющийся; —○— ретроспектива; — — сценарий невмешательства

Четыре верхних кривых показывают потребность в кадрах при различных темпах роста производительности труда в данной отрасли в связи с реализацией национального проекта в области жилья. При этом принимается допущение о реализации нормативного плана удвоения объема валовой продукции отрасли «Строительство» к 2010 г. по отношению к 2004 г. (при сохранении темпов роста ВВП отрасли приблизительно 15% в год). Нижняя кривая отражает «сценарий невмешательства» и экстраполирует тенденцию ежегодного снижения числа работников в отрасли «Строительство» в рамках общего ограничения на численность трудоспособного населения России.

Динамика изменения численности работников была рассчитана при различных оценках изменения производительности труда. При линейном росте производительности труда строилось уравнение регрессии для производительности труда, начиная с 1998 г., при замедляющемся росте темп роста производительности труда приводился к единице к 2015 г.; при геометрическом росте вычислялось среднее геометрическое темпа роста с 1998 по 2004 г.; при экспоненциальном росте (социальной мобилизации) строилось уравнение авторегрессии.

На основании полученных оценок (см. рис. 2) можно судить о степени вмешательства в область подготовки квалифицированных кадров, необходимого для реализации национального проекта «Жилье» в отрасли «Строительство». Очевидно, что для удвоения ВВП необходимо либо двукратное увеличение работников, либо существенное повышение производительности труда в отрасли. В то же время при любом из вариантов прогноза роста производительности труда требуется дополнительная потребность отрасли в квалифицированных кадрах по сравнению со сценарием невмешательства и сохранением существующих тенденций.

Повышение производительности труда возможно при значимом увеличении инвестиций в научно-техническую составляющую экономического роста. Отсутствие возможности увеличить производительность труда по всем отраслям экономики и подотраслям промышленности вызывает необходимость определения приоритетных отраслей экономики для первоочередного обеспечения кадрами. Очевидно, что на 100% удовлетворить потребность в кадрах для достижения запланированных темпов роста экономики при незначительном увеличении производительности труда достижимо только для «избранных» отраслей, которые будут «бороться за кадровый ресурс» посредством отраслевого финансирования обучения и обеспечения лучших социально-экономических условий для работников.

Расчитанные в работе [6] параметры экономической системы говорят о низкой доле оплаты труда в ВРП регионов по сравнению с аналогичными показателями в развитых рыночных экономиках. Возможно, что этим определяется низкая привлекательность и престиж профессий начального и среднего уровня профессиональной подготовки, поскольку доля работников с начальным и средним профессиональным образованием в структуре занятых существенно занижена относительно оптимальной пропорции. Данная ситуация может быть разрешена путем постепенного устранения дисбаланса между потребностями рынка труда и возможностями рынка образовательных услуг.

Блок рынка труда (ежегодная потребность отраслей экономики в кадрах). Необходимо отметить, что потребность в кадрах складывается из различного вида потребностей: 1) возмещения естественного выбытия работников, в том числе по возрастному цензу; 2) возмещения дефицита кадров, связанного с уходом работников из-за неудовлетворенности состоянием рабочих мест (низкая заработная плата, отсутствие социальных пакетов, низкий социальный статус, напряженный график труда и т.д.); 3) обеспечения кадрами новых конкурирующих производств товаров и услуг. В настоящей работе при определении потребности в кадрах используются по сценарию невмешательства – положение 1); по сценарию управления – положения 1) и 3). Положение 2) является трудно формализуемым и в настоящее время в моделях не используется.

Расчет потребности отраслей региональной экономики в выпускниках системы профессионального образования включает следующие этапы [16, 17, 18]:

- Определение общей численности работников в экономике $L(i)$ было ранее осуществлено в блоке экономики.
- Прогноз распределения работников по отраслям экономики и социальной сферы. Поставленная задача решается так же, как и для случая с общей численностью $L(i)$. В итоге получается множество прогнозов $L_l(i)$, где l – одна из 13-ти отраслей экономики.
- Прогноз распределения работников по уровню образования и отраслям экономики. Полученный прогноз численности работников по отраслям необходимо разделяется еще и по уровням образования работников. Доля работников с заданным уровнем образования в отрасли экстраполируется по ретроспективным данным в будущее. В итоге получается распределение $L_l(i)$ по уровням образования: $L_{lV}(i)$, $L_{lC}(i)$, $L_{lN}(i)$ – прогноз потребности отраслей экономики в работниках соответственно с высшим (V), средним (C) и начальным (N) образованием.
- Расчет коэффициента ежегодного обновления (величина, обратная коэффициенту ротации) по отраслям экономики занятого населения. Этот коэффициент зависит от уровня образования и определяется эмпирическим путем. Например, для высшего образования он составляет приблизительно 4%, соответствующий коэффициент ротации $R_V = 1/0,04 = 25$. Для среднего коэффициент ротации также высок, $R_C \in [20..25]$, для начального образования он достаточно низок, что объясняется высокой ротацией кад-

ров специалистов с НПО, $R_N \in [15..20]$. На основе коэффициента ротации рассчитывается доля ежегодно обновляемой части работников (потребности в специалистах) соответствующего уровня образования для каждой отрасли экономики; например, для высшего образования она будет равна $L_{l_1}(i)/R_V$.

• Построение нормативной матрицы весовых коэффициентов профессионально-квалификационного распределения выпуска специалистов для 28-ми укрупненных групп специальностей (УГС) по 13-ти отраслям экономики и 14 отраслям промышленности. Строки этой матрицы соответствуют 13-ти отраслям экономики (l индекс отраслей экономики), а столбцы – 28-ми укрупненным группам специальностей (k индекс укрупненных групп специальностей). Данная матрица является нормативной и уникальной для каждого уровня образования O , $O \in \{V, C, N\}$: ее элемент $a_{O,l,k}$ соответствует процентной доле специалистов уровня образования O с k -й УГС, которые традиционно привлечены к работе в отрасли экономики l . Такая матрица позволяет пересчитать ежегодную потребность в специалистах $Pt_{O,k}(i)$ уровня образования O из разреза l отраслей экономики в разрез k укрупненных групп образовательных специальностей:

$$Pt_{O,k}(i) = \left[\sum_{l=1}^{13} a_{O,l,k} L_{l,O}(i)/R_O \right]. \quad (2)$$

При переходе от ОКОНХ к ОКВЭД нормативный матричный подход сохраняется с учетом изменения строк матрицы профессионально-квалификационного соответствия, т.е. замены в них отраслей народного хозяйства и промышленности на виды экономической деятельности.

Данный матричный подход для прогнозирования потребностей российского рынка труда в профессионально-квалификационном разрезе был предложен в работах [3, 16]. И как оказалось, аналогичный подход активно используется Бюро трудовой статистики США [3].

Блок профессионального образования (возможность подготовки квалифицированных кадров). Принимается ряд основных допущений:

1. Выпускникам 9-х и 11-х классов школ 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. Желаящие 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.

Согласно принятой методологии [11], параметры модели определяются следующим образом:

– параметры распределения потоков – это весовые коэффициенты распределения учащихся по учреждениям профессионального образования;

– параметры управляющих воздействий внешней среды – это векторы $U_9(i)$ и $U_{11}(i)$ выпусков школ 9 и 11 классов некоторого субъекта Федерации;

– в качестве управляемых переменных выступают потоки приемов в ОУ, которые формируются согласно некоторой программе или плану.

Зависимости выходных потоков (выпусков) ОУ от входных потоков (приемов) выражаются через передаточные функции. В наиболее простом случае они являются константами, тогда:

$$V_T(i) = K_T P_T(i-5), \quad V_C(i) = K_C P_C(i-4), \quad V_N(i) = K_N P_N(i-2), \quad (3)$$

где K_N, K_C, K_T – коэффициенты передаточной функции (коэффициенты отсеза) для трех уровней образования соответственно; $P_O(i)$ – прием в ОУ уровня O ; $V_O(i)$ – выпуск из ОУ уровня O .

Для определения коэффициентов передаточных функций ОУ для каждого региона, использовались методы линейной регрессии, авторегрессии и усреднения по тренду времени.

Математическая модель распределения потоков выпускников, являющаяся универсальной для всех субъектов Федерации, формализуется в виде системы трех конечно-разностных уравнений:

$$\begin{aligned} P_N(i) &= U_9(i-1)(K_{9r}^N + K_{9r}^N) + U_{11}(i-1)K_{11r}^N + \\ &\quad + U_9(i)(K_9^N + K_{9r}^N) + U_{11}(i)K_{11}^N; \\ P_V(i) &= P_N(i-2)K_N K_N^V + P_C(i-4)K_C K_C^V + \\ &\quad + P_N(i-3)K_N K_{Nr}^V + P_C(i-5)K_C K_{Cr}^V + \\ &\quad + U_{11}(i)K_{11}^V + U_{11}(i-1)K_{11r}^V; \\ P_C(i) &= U_9(i)K_9^C + U_{11}(i)K_{11}^C + U_9(i-1)K_{9r}^C + \\ &\quad + U_{11}(i-1)K_{11r}^C + P_N(i-2)K_N K_N^C + P_N(i-3)K_N K_{Nr}^C + \\ &\quad + P_C(i-5)K_C K_{Cr}^C + P_V(i-6)K_V K_{Vr}^C. \end{aligned} \quad (4)$$

В системе уравнений (4) под коэффициентами K_X^Y с верхними и нижними индексами следует понимать передаточные функции, которые обозначают долю от потока X , направляемую в поток Y . Например, K_{11}^V это доля выпуска из 11-го класса сего года, поступившая в ОУ ВПО в текущем году. Индекс r обозначает предыдущий год, так, например, K_{Cr}^V – это доля выпускников из ОУ СПО прошлого года, поступившая в ОУ ВПО в этом году.

Модель (4) описывает приемы и выпуски, не разбивая их на специальности. Этого недостаточно для решения задачи баланса, поскольку необходимо соблюдать условие тождества размерностей. Для устранения этого несоответствия модель (4) записывается k раз отдельно для каждой из 28-ми УГС и объединяется в интегральную сетевую модель, которая учитывает горизонтальную миграцию учащихся при поступлении в крупные образовательные центры. Общее количество ненулевых параметров новой интегральной системы при этом с учетом всех 86-ти субъектов Федерации составит более 150000, а количество уравнений более 7000.

Блок баланса рынка труда и рынка образовательных услуг. Данный блок содержит построение балансов: сравнение прогноза потребностей отраслей экономики и промышленности в выпускниках системы профессионального образования по модели (2) и прогноза возможностей системы профессионального образования обеспечить эти потребности для 28-ми УГС по модели (4).

На рис. 3 показаны результирующие кривые прогноза требуемой численности работников различного уровня профессионального образования в экономике РФ с 2006 по 2015 г. (сплошной линией) и прогноз выпуска из государственных учрежде-

дений профессионального образования – ГОУ (пунктиром) при условии сохранения существующих тенденций.

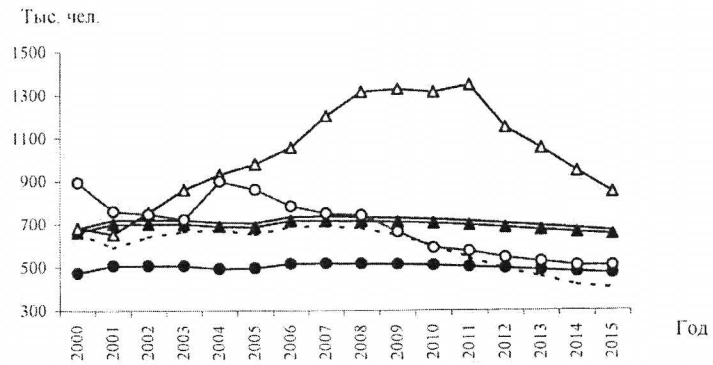


Рис. 3. Динамика ежегодной потребности в работниках экономики РФ в разрезе уровней профессионального образования по «сценарию невмешательства»: с ВПО (—▲—), с СПО (—■—), с НПО (—●—) и динамика выпуска специалистов из системы профессионального образования РФ: ГОУ ВПО (—△—); ГОУ СПО (—□—); ГОУ НПО (—○—)

Приведенные графики отражают ситуацию в РФ, сходную с ситуацией во многих субъектах Федерации. Данные рис. 3 показывают, что выпуск из ОУ ВПО существенно превышает потребность экономики в специалистах с высшим образованием. В то же время экономика РФ нуждается в квалифицированных кадрах со средним профессиональным образованием, но дисбаланс на этом уровне со временем только возрастает. Суммарное количество выпускников из ОУ НПО будет отставать от потребности в них, начиная с 2007 г. С учетом того факта, что только 50% выпускников ОУ НПО трудоустраиваются, дисбаланс между потребностью и выпуском специалистов с НПО будет увеличиваться, т.е. доля специалистов по рабочим профессиям будет уменьшаться.

Программная реализация алгоритмов и моделей позволяет проводить прогнозные расчеты потребностей экономики в специалистах в региональном и отраслевом разрезе и выпусков из ОУ разного уровня.

На рис. 3 приводятся интегральные характеристики, но не отражается ситуация в разрезе специальностей. Детализация потребности и выпусков для ОУ ВПО Республики Карелия на 2010 г. в разрезе УГС показана на рис. 4.

Данные рис. 4 свидетельствуют о дисбалансе подготовки специалистов внутри уровня ВПО. Основное превышение предложения относительно спроса приходится на УГС «Гуманитарные науки» (+326%), «Экономика и управление» (+144%). «Образование и педагогика» (+53%). Напротив, дефицит ожидается по следующим наиболее востребованным УГС: «Металлургия, машиностроение и металлообработка» (-65%), «Информатика и вычислительная техника» (-57%), «Строительство и архитектура» (-47%).

Такая ситуация характерна для многих субъектов РФ (табл. 1).

Как следует из табл. 1, для рассматриваемых регионов и России положителен баланс на уровне ВПО (избыток подготовки специалистов) по УГС «Гуманитарные науки» и «Экономика и управление» в 2005 г., который сохранится до 2015 г. (в среднем по РФ +7% и +15% соответственно).

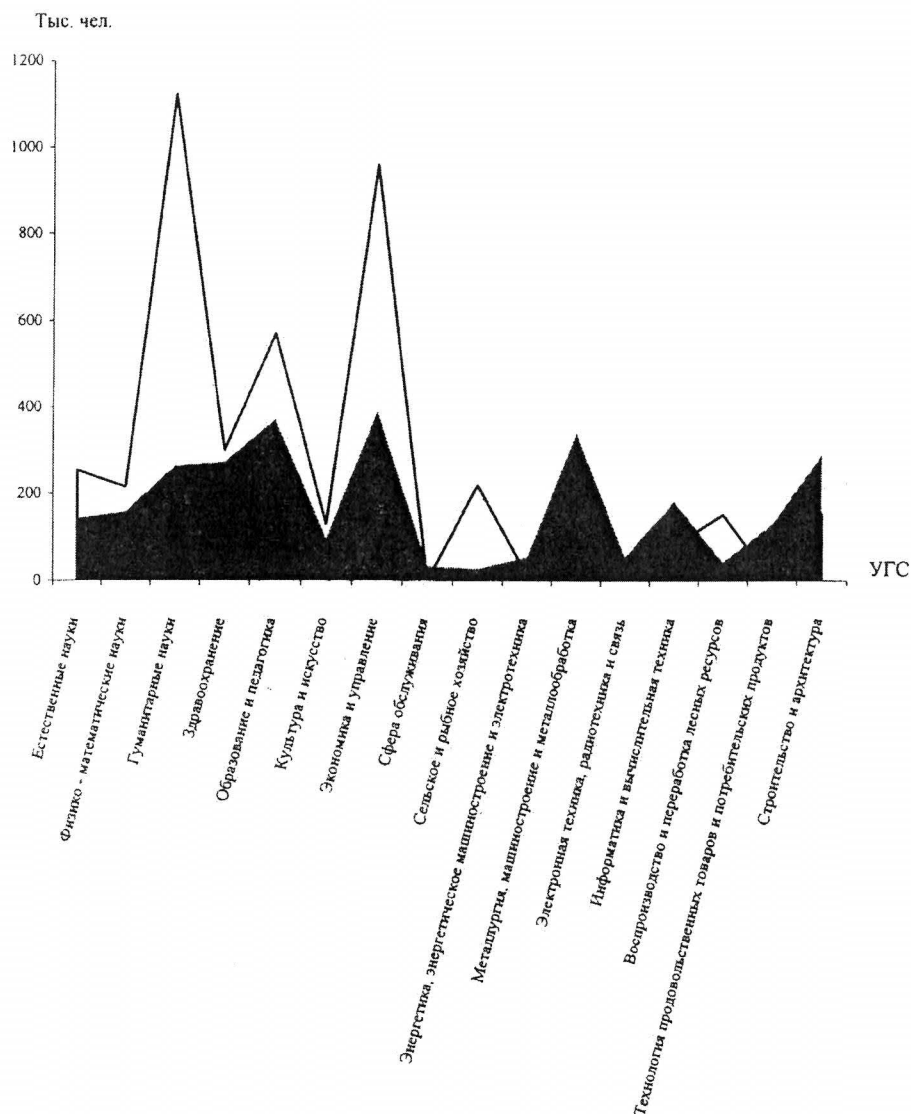


Рис. 4. Прогнозы потребности экономики Республики Карелия в выпускниках ОУ ВПО (□) и выпуска из ОУ ВПО дневной формы обучения по УГС (▣) на 2010 г.

По УГС «Металлургия, машиностроение и металлообработка», наоборот, будет наблюдаться растущий дефицит в кадрах, который к 2015 г. составит по РФ (-10%) по сравнению с текущим (-6%). По уровням среднего и начального профессионального образования наблюдается аналогичная картина.

К 2015 г. вследствие демографического спада существенно уменьшится выпуск из образовательных учреждений профессионального образования и как следствие изменится балансовое соотношение. Из рассмотренных в табл. 1 четырех регионов только Томская область по интегральным показателям подготовки кадров к 2015 г. будет иметь небольшой избыток выпускников ОУ ВПО и НПО по сравнению с потребностью [19].

Таблица 1

Баланс* выпуска специалистов и потребности в них по отдельным УГС для различных уровней профессионального образования для Томской области, Республики Саха(Якутия), Республики Карелия и России в целом

Уровень образования	Субъекты Федерации	Гуманитарные науки						Экономика и управление					
		2005 г.		2010 г.		2015 г.		2005 г.		2010 г.		2015 г.	
		чел.	%	чел.	%	чел.	%	чел.	%	чел.	%	чел.	%
ВПО	Томская область	2106	14,1	1680	13,9	1084	13,4	3340	22,4	2599	21,5	1601	19,8
	Республика Саха	964	15,8	1046	15,6	780	15,2	1160	19,0	1243	18,6	880	17,1
	Республика Карелия	880	20,3	705	19,4	401	17,0	785	18,1	584	16,1	294	12,5
	Российская Федерация	97806	9,8	82421	9,2	42842	6,9	199707	20,1	170647	19,1	95262	13,4
СПО	Томская область	394	7,3	214	5,7	113	4,0	840	15,6	381	10,2	120	4,3
	Республика Саха	313	6,8	296	6,7	185	5,5	347	7,5	311	7,0	81	2,4
	Республика Карелия	10	0,3	-24	-0,9	-48	-2,7	599	16,2	310	11,7	96	5,3
	Российская Федерация	41581	6,0	26067	5,0	15430	4,0	118714	17,2	69721	13,5	36983	9,7
НПО	Томская область	27	0,4	13	0,4	14	0,4	683	10,9	246	7,2	274	7,7
	Республика Саха	-10	-0,3	-10	-0,3	-9	-0,4	-69	-1,9	-125	-4,2	-160	-6,7
	Республика Карелия	42	1,0	21	0,8	17	0,8	377	9,0	144	5,6	101	4,7
	Российская Федерация	-596	-0,1	-1043	-0,2	-1020	-0,3	27644	4,1	-1047	-0,2	-4428	-1,2
Уровень образования	Субъекты Федерации	Металлургия, машиностроение и металлообработка						По всем крупным специальностям					
		2005 г.		2010 г.		2015 г.		2005 г.		2010 г.		2015 г.	
ВПО	Томская область	-908	-6,1	-1083	-8,9	-1132	-14,0	9490	63,7	6126	50,6	2146	26,7
	Республика Саха	-847	-13,9	-974	-14,6	-942	-18,4	1532	25,1	1280	19,1	-60	-1,2
	Республика Карелия	43	1,0	-105	-2,9	-140	-5,9	2255	52,1	1071	29,5	-10	-0,4
	Российская Федерация	-56896	-5,7	-59408	-6,7	-62606	-10,1	195874	19,7	102725	11,5	-119595	-19,3
СПО	Томская область	-773	-14,4	-785	-20,9	-783	-27,7	-402	-7,5	-1984	-52,9	-2866	-101,6
	Республика Саха	-642	-13,9	-638	-14,4	-622	-18,6	-2410	-52,1	-2538	-57,2	-3349	-100,0
	Республика Карелия	-242	-6,5	-253	-9,5	-246	-13,7	-581	-15,7	-1455	-54,9	-1964	-109,3
	Российская Федерация	-77847	-11,3	-8151	-16,3	-82066	-21,5	-84058	-12,2	-246324	-47,7	-322470	-84,3
НПО	Томская область	-215	-3,4	-473	-13,9	-453	-12,7	3386	54,0	537	15,8	721	20,2
	Республика Саха	-612	-16,9	-668	-22,5	-687	-28,8	-324	-8,9	-959	-32,4	-1380	-57,8
	Республика Карелия	-49	-1,2	-200	-7,8	-205	-9,6	1566	37,4	38	1,5	-175	-8,2
	Российская Федерация	-47809	-7,0	-73890	-17,9	-73645	-20,4	129119	19,0	-119027	-28,1	-140092	-38,8

* Под балансом понимается разница между выпуском студентов из государственных и негосударственных ОУ по всем формам обучения (дневное, очно-заочное, заочное, экстернат) и вводом обучения (за счет средств федерального бюджета, с полным возмещением затрат) и потребностью экономики в выпускниках.

Это обусловлено тем, что Томская область является федеральным образовательным мегаполисом, куда приезжают получать высшее образование из других российских регионов – Кемеровской области, Красноярского края, Тюменской области, Республики Хакасия, Алтайского края и т.д.

Более детальный анализ прогнозных оценок потребности отраслей экономики России в специалистах с профессиональным образованием (ВПО, СПО, НПО) на период до 2015 г. показывает, что в среднем по РФ к 2010 г. потребность в кадрах составит для отрасли «Промышленность» 766 тыс. чел. и будет обеспечена системой образования лишь наполовину (390 тыс. чел.). Вместе с тем будет наблюдаться избыток предложения в отрасли «Оптовая и розничная торговля» более чем в 2 раза – 195 тыс. чел. при потребности 82 тыс. чел. Для отрасли «Управление» при потребности 38 тыс. чел. будет подготовлено 76 тыс. чел.; для отрасли «Сельское и лесное хозяйство» при потребности 47 тыс. чел. будет подготовлено 124 тыс. чел.

Проведенный анализ свидетельствует о значительном дисбалансе в системе российского образования в отношении количественно-квалификационного соответствия выпускаемых специалистов потребностям отраслей экономики.

Для нахождения оптимального количества выпускников с позиции приведения в соответствие выпусков из ОУ ПО потребностям отраслей региональных экономик необходимо решить обратную балансовую задачу.

$$V_{O_k}(i) = Pt_{O_k}(i), \forall O \in \{V, C, N\}. \quad (5)$$

В задаче (5) задающим (желаемым) воздействием является правая часть равенства, т.е. потребности отраслей экономики $Pt_{O_k}(i)$ в разрезе специальностей и уровня образования, а левая часть равенства – выпуски из ОУ $V_{O_k}(i)$ являются проектными или оптимизируемыми параметрами, значения которых в процессе оптимизации подгоняются к соответствующим потребностям.

Рассмотрим один из вариантов «мягкого» решения задачи (5).

Блок формирования государственного заказа на подготовку востребованных экономикой специалистов. За основу формирования контрольных цифр приема берутся балансовые таблицы спроса и предложения.

Предлагается методика, отличная от общей постановки задачи, построенная на концепции «щадящего управления», которая при формировании контрольных цифр приема для 28-ми УГС опирается на три базовые положения [20]:

- ориентация на потребность региональной экономики в специалистах с профессиональным образованием;
- первоочередное обеспечение приоритетных отраслей экономики региона выпускниками системы профессионального образования;
- постепенный переход от существующей ситуации приемов к формированию желаемых контрольных цифр в течение четырех-пяти лет.

Методика формирования госзаказа представлена в виде схемы на рис. 5.

Допустим, что известна потребность в специалистах на конец периода упреждения $Pt_{I_k}(i_f)$, которой должны соответствовать выпуски из ОУ ВПО; состоявшийся выпуск на текущий год $V_{I_k}(i_s)$ известен.

Тогда математическая модель оптимальных желаемых выпусков $V_{V_k}^*(i_s)$ по указанной методике для ВПО построена в виде линейной интерполяции между точками i_s и i_f :

$$V_{V_k}^*(i) = V_{V_k}(i_s) + (i - i_s) \left(Pt_{I_k}(i_f) - V_{V_k}(i_s) \right) / (i_f - i_s). \quad (6)$$

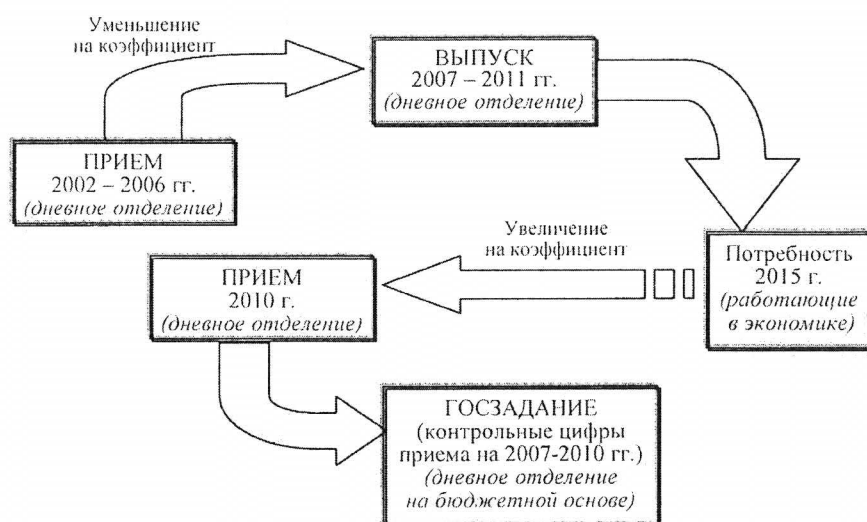


Рис. 5. Схема методики формирования государственного задания (контрольных цифр приема) на основе потребности экономики

Поэтому оптимальный прием в год $i \in [i_s, i_f]$ можно оценить в результате решения обратной задачи по формуле (3):

$$P_{V_k}^*(i) = V_{V_k}^*(i_s + 5) / K_{V_k}. \quad (7)$$

На основании изложенного алгоритма проведены расчеты по оптимальным контрольным цифрам приема в разрезе 28-ми УГС на период до 2015 г. для пилотных регионов (Республики Карелия, Томской области, Пермской области, Республики Саха(Якутия)). Рекомендовано уменьшить прием в группы гуманитарных и экономико-управленческих специальностей, но увеличить в группы машиностроительных, информационно-технических и строительных специальностей.

Верификация прогнозных выпусков системы профессионального образования и прогнозной потребности экономики в кадрах с профессиональным образованием различного уровня. Приведем пост-прогноз выпусков 2003 г. системы профессионального образования, полученный по программе версии «v.2003», которая располагала данными только за 2000 и 2001 г. Этим исключается соблазн «поправить прогноз», когда в версии программы от 2006 г. присутствуют данные до 2005 г. включительно.

В качестве примера рассматривается прогноз по Пермской области (табл. 2).

В 2003 г. в программе «v.2003» имелись только данные из справочников Росстата «Регионы России 2002» [21], по этим данным за 2000 и 2001 годы настраивалась программа расчета.

Фактические данные по приемам и выпускам за 2002-2006 гг., с которыми будет в дальнейшем сравниваться прогноз, приведены в табл. 3 [22].

В табл. 4 приводятся три вида оценки точности прогноза, вычисленные для контрольной выборки с 2002 по 2005 г.:

1) O – оценка прогноза, позволяющая судить о точности прогноза, когда имеются данные о реализации прогноза. В [23] приводятся следующие рекомендации по использованию оценки: $O > 0,9$ – прогноз хороший; $0,8 \leq O \leq 0,9$ – прогноз удовлетворительный; $O < 0,8$ – прогноз неудовлетворительный. Данные табл. 4 показывают, что

оценка прогноза O выше 0,8, в большинстве случаев выше 0,9. Это говорит, скорее, о хорошей, чем удовлетворительной точности прогноза;

2) СООП – среднее относительных ошибок в процентах;

3) САО - среднее абсолютных отклонений прогнозной величины от реальной.

Таблица 2

Прогноз приемов и выпусков студентов из ГОУ ВПО, СПО и НПО Пермской области*

Год	ВПО		СПО		НПО	
	Прием	Выпуск	Прием	Выпуск	Прием	Выпуск
2000	18658	8223	20509	11951	25578	25340
2001	19267	8736	21174	12360	26516	24890
2002	18768	9620	20447	13037	26011	22984
2003	19265	10399	20106	15231	25020	23826
2004	20243	13826	19914	16766	23830	23372
2005	20013	16341	18915	17310	21980	22482
2006	18889	16874	17388	16716	19717	21413
2007	17470	16437	15846	16437	17737	19751
2008	16113	16873	14170	16280	15708	17717
2009	14876	17729	13077	15464	14640	15938
2010	13522	17528	11941	14215	13622	14115
2011	12531	16543	11350	12954	13141	13155
2012	11810	15301	10960	11534	12975	12111

* 2000-2001 гг. – фактические данные, 2002-2012 гг. – прогноз.

Таблица 3

Исходные статистические данные о приемах и выпусках в ГОУ ВПО, СПО и НПО Пермской области

Год	ВПО		СПО		НПО	
	Прием	Выпуск	Прием	Выпуск	Прием	Выпуск
2000	18958	8841	20759	11936	27300	25000
2001	19166	10225	20984	13200	27200	25200
2002	20656	12394	21100	14749	27200	24706
2003	19900	13523	20800	14668	27200	23300
2004	20185	14888	20722	16241	25676	32947
2005	20969	15389	20109	15675	20592	24470

Таблица 4

Оценки точности прогноза за период 2002-2005 гг.

СООП, %	4,29	14,70	4,07	7,28	6,58	11,60
САО	884	1978	837	1109	1651	3453
O	0,946	0,832	0,958	0,918	0,933	0,845

Все указанные (табл. 4) оценки СООП не превышают 15%, несмотря на резкий «выброс» в исходных данных выпуска из ОУ НПО в 2004 г. (см. табл. 3). Приведенные оценки свидетельствуют о хорошей точности прогноза при сравнении его с реализацией.

Верифицировать полученные прогнозы потребности экономики в кадрах с профессиональным образованием достаточно сложно, поскольку по этим характеристикам не существует общепризнанных критериев и показателей. В качестве ориентиров потребностей экономики в кадрах могут служить показатели трудоустройства выпускников на рабочие места, соответствующие полученной специальности

и данные о вакансиях служб по труду и занятости. Возможно сравнение расчетных прогнозных потребностей с альтернативными прогнозными оценками, полученными по другим моделям или путем выборочных опросов работодателей.

Для определения прогнозируемой потребности организаций, находящихся в ведении органов исполнительной власти субъектов РФ в специалистах с ВПО по очной форме обучения по 28-ми УГС Минобразования России в 2002 г. разработало и направило в субъекты Федерации формы для заполнения «№1-СФ», «№2-СФ» (Прогноз потребности в специалистах с высшим профессиональным образованием по очной форме обучения на 2003-2010 гг. в разрезе 28-ми УГС). Однако отсутствие единой методики определения прогнозной потребности при создании форм №1,2-СФ в регионах обусловило различные подходы к формированию этой потребности, зачастую ориентированные на существующее состояние системы образования. В целом при сравнении расчетных значений потребностей в специалистах с ВПО по формам №1,2-СФ и авторской методике выявлена корреляция прогнозов как по суммарной потребности, так и в разрезе 28-ми УГС.

На рис. 6 показано сравнение результатов прогноза потребности в специалистах экономики Республики Карелия по авторской методике и заявленной потребности в форме №2-СФ.

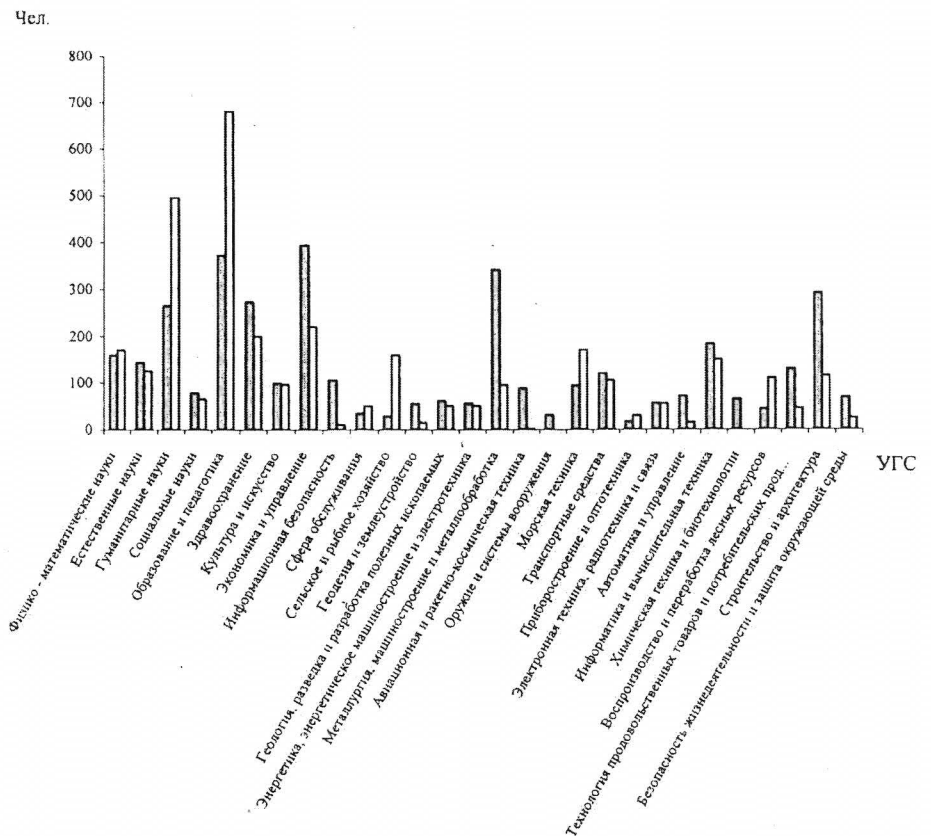


Рис. 6. Сравнение потребности экономики Республики Карелия в выпускниках системы ВПО по форме №2-СФ на 2010 г., заявленной органами исполнительной власти Республики Карелия в 2002 г. (□) с результатами расчета по авторской методике (■) (2005 г.)

Верифицировать прогнозные потребности в профессиональных кадрах возможно с использованием данных о числе вакансий Федеральной государственной службы по труду и занятости населения, а также данных о реальном трудоустройстве выпускников. Сведения о вакансиях, имеющиеся в территориальных органах служб по труду и занятости, как показали проведенные исследования, неполные, так как не все работодатели обращаются за поиском кадров в службы занятости. Обследование трудоустройства выпускников проводится по всем образовательным учреждениям всех уровней образования в порядке ежегодной статистической отчетности и дает более объективные критерии для оценки текущей потребности экономики в квалифицированных кадрах.

В 2005 г. по заказу Департамента социально-трудовых отношений Администрации Томской области Центром бюджетного мониторинга Петрозаводского государственного университета (ЦБМ ПетрГУ) был составлен прогноз потребности экономики в квалифицированных кадрах для Томской области на 2006 г. Расчет проводился на основе макроэкономических показателей за 1995-2004 гг. по «сценарию невмешательства». В 2007 г. в Томске было проведено исследование о трудоустройстве выпускников ОУ НПО 2006 г. [24]. Сравнение результатов этого исследования и расчетной потребности в выпускниках НПО в разрезе востребованных укрупненных групп специальностей приведено в табл. 5.

Таблица 5

Сравнение данных о трудоустройстве выпускников ОУ НПО и прогнозов потребности экономики в выпускниках ОУ НПО Томской области в 2006 г.

Наименование укрупненных групп специальностей в системе НПО	Выпуск из ОУ НПО в 2006 г. (дневное бюджетное обучение)	Трудоустроено выпускников НПО, 2006 г.	Прогноз потребности в выпускниках НПО по методике ЦБМ ПетрГУ 2006 г.	СООП прогноза потребностей от трудоустройства выпускников, %
100000 Сфера обслуживания	770	408	414	-1,47
110000 Сельское и рыбное хозяйство	663	323	277	14,24
130000 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых	120	67	58	13,43
210000 Электронная техника, радиотехника и связь	94	41	44	-7,32
250000 Воспроизводство и переработка лесных ресурсов	129	78	90	-15,38
260000 Технология продовольственных продуктов и потребительских товаров	663	356	249	30,06
270000 Строительство и архитектура	348	236	319	-35,17

Из табл. 5 следует, что данные о трудоустройстве выпускников с НПО и расчетная потребность экономики Томской области в выпускниках НПО на 2006 г. имеют достаточно высокую корреляцию. СООП по разным УГС не превышает 15% и только для УГС «Технология продовольственных продуктов и потребительских товаров» и «Строительство и архитектура» составляет 30-35%. Это связано с приоритетным развитием строительства, легкой и пищевой промышленности в 2006 г. Расчет по «активному сценарию» с учетом приоритетов развития отраслей позволяет получить более точный прогноз.

* * *

Описанные математические модели (1)-(4) в общих чертах представляют собой обобщенную модель системы «Экономика – рынок труда – профессиональное образование». На их основе решается прямая задача анализа динамики этой системы, просчитываются различные варианты ее развития. Модели (5)-(7) служат для решения обратной задачи – уменьшения дисбаланса между потребностью экономики и выпуском системы образования. На их основе могут быть рассчитаны контрольные цифры приема (госзаказ), которые позволят существенно снизить данный дисбаланс.

Основное достоинство разработанных моделей состоит в их унификации по отношению к различным регионам; эти модели идентифицируемы для каждого из 86-ти субъектов Федерации, и с их помощью могут быть построены региональные научно обоснованные прогнозы потребностей отраслей экономики в квалифицированных кадрах и возможностей системы профессионального образования по обеспечению этих потребностей.

Указанные модели составляют ядро программного продукта, разработанного в виде моделирующей информационно-аналитической системы, которая может применяться для обоснования и выработки управленческих решений. Такие решения могут быть направлены на повышение эффективности бюджетных расходов в области образования. Затраты бюджетной системы России в 2005 г. на подготовку 3 млн. бюджетных студентов в системе ВПО составили 125,9 млрд. руб. Согласно индикаторам Федеральной программы развития образования, в 2005 г. численность выпускников образовательных учреждений, трудоустроившихся в течение года по полученной специальности – 30%, а работающих по специальности – 70%. Если на 1% увеличится численность выпускников, работающих по специальности, то эффективность расходования бюджетных средств при исходной численности выпускников будет более 1 млрд. руб.

Литература

1. Путин В.В. Послание Федеральному Собранию Российской Федерации 10 мая 2006 года. Москва. [Электронный ресурс] <http://president.kremlin.ru>. Данные на 01.06.2006 г.
2. Васильев В.Н., Гуртов В.А., Питухин Е.А., Суоров М.Н. Синтез информации и анализа // Высшее образование в России, 2003. №2.
3. Васильев В.Н., Гуртов В.А., Питухин Е.А. и др. Рынок труда и рынок образовательных услуг в субъектах Российской Федерации. М.: Техносфера, 2006.
4. Питухин Е.А., Гуртов В.А. Математическое моделирование динамических процессов в системе «экономика – рынок труда – профессиональное образование». СПб.: Изд-во СПбГУ, 2006.
5. Колмаев В.А. Математическая экономика: Учеб. для вузов, 3-е стереотип. изд. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005.
6. Дубовский С.В. Вычислительные эксперименты с макромоделью нестационарной российской экономики. Моделирование социально-политической и экономической динамики. М.: РГСУ, 2004.
7. Питухин Е.А. Математическая модель расчета требуемого числа занятых в отраслях экономики в зависимости от эффективности новых технологий // Обозрение прикладной и промышленной математики. 2005. Т. 12. Вып. 3.
8. Коровкин А.Г. Динамика занятости и рынка труда. Вопросы макроэкономического анализа и прогнозирования. М.: МАКС Пресс, 2001.
9. Киселев А.Ф., Савельев А.Я., Сазонов Б.А. Образовательный потенциал России: состояние и развитие. М.: МГУП, 2004.
10. Апокин А.Ю., Лебединская Е.В. Прогноз изменений численности студентов на 2006-2008 годы // Перспективы развития и модернизации экономики высшего профессионального образования. М.: ГУ-ВШЭ, 2006.
11. Питухин Е.А., Гуртов В.А. Моделирование потоков выпускников школ по регионам Российской Федерации // Обозрение прикладной и промышленной математики. Москва, 2003. Т. 10 (2).
12. Гуртов В.А., Березин Л.Я., Матвеев В.А., Сигова С.В. Приоритеты экономического развития субъектов Российской Федерации. М.: Изд-во «Кучково поле», 2005.
13. Гуртов В.А., Питухин Е.А. Математическая модель прогнозирования спроса и предложения на рынке труда в российских регионах // Обозрение прикладной и промышленной математики. 2004. Т. 11. Вып. 3.
14. Настенко А.Д., Васина Т.В. Прогнозирование отраслевого и регионального развития. М.: Гелиос АРВ, 2002.

15. Коровкин А.Г., Долгова И.Н., Королев И.Б. Дефицит рабочей силы в экономике России: макроэкономическая оценка // Проблемы прогнозирования. 2006. №4.
16. Гуртов В.А., Мезенцев А.Г., Питухин Е.А. Моделирование потребностей экономики региона в выпускниках системы высшего профессионального образования // Регионоведение. 2003. №1-2.
17. Гуртов В.А., Питухин Е.А. Моделирование потребностей региональных экономик в выпускниках системы высшего профессионального образования // Обзорные прикладной и промышленной математики. 2003. Т. 10. Вып. 2.
18. Васильев В.Н., Гуртов В.А., Питухин Е.А. Формализация математической модели прогнозирования потребностей региональных экономик в специалистах с профессиональным образованием // Спрос и предложение на рынке труда и рынке образовательных услуг в регионах России. Сбор. ст. В 3 кн. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2004. Кн.1. <http://labourmarket.ru/Pages/conf1/book.shtml>
19. Гуртов В.А., Питухин Е.А., Потупалова Л.М. Опыт прогнозирования регионального рынка труда в специалистах с профессиональным образованием // Спрос и предложение на рынке труда и рынке образовательных услуг в регионах России. Сбор. ст. В 3 кн. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2005. Кн. 1. <http://labourmarket.ru/Pages/conf2/book.shtml>
20. Гуртов В.А., Питухин Е.А., Потупалова Л.М. Методика формирования контрольных цифр приема студентов в учреждения профессионального образования на основе анализа спроса и предложения на рынке труда // Обзорные прикладной и промышленной математики. 2006. Т. 13 (2).
21. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2006. Стат. сб. М.: Росстат. 2007. Ч. 2.
22. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2006. Стат. сб. М.: Росстат. 2007. Ч. 2.
23. Гришин А.Ф., Котов-Дарти С.Ф., Ягунов В.Н. Статистические модели в экономике. Ростов: Изд. дом «Феникс», 2005.
24. Модернизация региональной системы образования: итоги, проблемы, направления. VI Сибирский форум образования. Сб. ст. Томск, 2007.