
НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Прогнозирование отраслевой структуры занятости населения

© 2023 М.И. Дроботенко, А.П. Невечеря

М.И. Дроботенко,

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», Краснодар; e-mail: mdrobotenko@mail.ru

А.П. Невечеря,

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», Краснодар; e-mail: artiom1989@mail.ru

Поступила в редакцию 27.07.2022

Аннотация. Прогнозирование отраслевой занятости представляет интерес для всех субъектов рынка труда, способных влиять на динамику трудовых ресурсов (государственных и муниципальных служб, работодателей, работников). Качество прогнозирования динамики трудовых ресурсов зависит от степени агрегации используемых для этого статистических данных. При высокой степени агрегации каждый показатель рынка труда объединяет совокупность детализированных показателей, из-за чего информацию о трендах детализированных показателей невозможно учесть при построении трендов отраслевой занятости, что отрицательно сказывается на качестве прогноза. Негативно влияет на качество прогноза отсутствие информации о взаимодействии показателей рынка труда за каждый конкретный год. В работе предлагается с помощью балансовой математической модели динамики трудовых ресурсов, связывающей отраслевые показатели рынка труда, определить показатели межотраслевых перемещений. Для вычисления показателей рынка труда используются только статистические данные о структуре отраслевой занятости и безработице. Таким образом, для детализации рынка труда Российской Федерации с помощью показателей межотраслевых перемещений достаточно данных о динамике трудовых ресурсов, предоставляемых Федеральной службой государственной статистики. Показано, как с помощью показателей межотраслевых перемещений построить прогнозные значения этих показателей и вычислить прогнозные значения показателей рынка труда. Для установления влияния детализации показателей рынка труда на надежность прогноза отраслевой занятости рассмотрены примеры построения прогноза занятости в отраслях экономики Российской Федерации на 2011–2016 гг. и на 2019 г. Выбор интервала исследования вызван вступлением в силу в 2017 г. второй редакции «Общероссийского классификатора видов экономической деятельности». Для анализа использовались результаты прогнозирования непосредственно по показателям рынка труда и по показателям межотраслевых перемещений, полученные с помощью балансовых моделей различной степени детализации. Для оценки качества прогнозирования приведены таблицы надежности прогнозов, которые свидетельствуют о том, что детализация параметров отраслевой занятости при помощи балансовой модели способна повысить надежность их прогноза.

Ключевые слова: балансовая модель, динамика трудовых ресурсов, детализация межотраслевых связей, прогнозирование, рынок труда.

Классификация JEL: C32.

Для цитирования: Дроботенко М.И., Невечеря А.П. (2023). Прогнозирование отраслевой структуры занятости населения // Экономика и математические методы. Т. 59. № 1. С. 22–29. DOI: 10.31857/S042473880024868-3

1. ВВЕДЕНИЕ

На качество прогноза динамики трудовых ресурсов влияет уровень агрегирования статистических показателей рынка труда (Key indicators ..., 2016). Прогнозируемый показатель рынка труда может объединять несколько факторов, тренды которых различны, вследствие чего модель динамики агрегированного показателя может не обладать достаточным уровнем предсказательной способности (Невечеря, 2021).

Один из подходов повышения надежности прогноза направлен на устранение эффекта агрегированности с помощью сегментирования отраслевых показателей. Обычно под сегментированием национального рынка труда подразумевается его разделение на два непересекающихся кластера (сегмента): первичный рынок с низким уровнем текучести кадров, высоким уровнем заработных плат и вторичный рынок с высоким уровнем текучести кадров и низким уровнем заработных плат (Wilkinson, 1981). В общем случае возможно определение сегментирования как групп

непересекающихся кластеров трудовых ресурсов, каждый из которых обладает уникальным набором свойств по одному или группе признаков (Scott, Marshall, 2009). Например, можно осуществлять сегментирование трудовых ресурсов по территориальному и отраслевому признакам (Единак, Коровкин, 2014; Коровкин, 2001; Коровкин, Единак, Королев, 2017; Knobel, Kriechel, Schmid, 2008), по видам профессиональной деятельности, квалификации, роду занятий и образованию (Borghans, Grip, Heijke, 1996; Bakens, Fouarge, Peeters, 2018; Cörvers, Heijke, 2005) или по уровню сбора статистики. Например, в качестве сегментирования трудовых ресурсов можно рассматривать уточнение Росстандартом общероссийского классификатора видов экономической деятельности¹, в результате которого отраслевая структура рынка труда стала включать 20 укрупненных отраслей вместо 12. При переходе к большей детализации показателей экономической деятельности ожидается повышение надежности прогноза агрегированных показателей (Tsakalozos, Konstantinos, Scott, 2011).

Увеличение числа сегментов на уровне модели трудовых ресурсов приводит к оценке большого числа факторов, по которым объективная регулярная статистика может отсутствовать. Для прогнозирования таких факторов могут использоваться экспертные оценки (Armstrong, 1984).

Надежность прогнозирования агрегированных показателей рынка труда можно повысить за счет детализации показателей межотраслевых перемещений на основе имеющейся статистики.

В работе (Дроботенко, Невечеря, 2021) предложена детализация трудовых ресурсов с помощью балансовой математической модели. Показано, что прогнозирование детализированных показателей (с последующим вычислением прогнозных агрегированных показателей на основе найденных детализированных) обеспечивает лучшую надежность прогноза по сравнению с подходом к прогнозированию экстраполяцией трендов показателей трудовых ресурсов.

В настоящей работе рассмотрена задача прогнозирования показателей рынка труда на основе балансовой модели с большей детализацией.

2. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОТРАСЛЕВОЙ СТРУКТУРЫ РЫНКА ТРУДА С ПОМОЩЬЮ БАЛАНСОВОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

2.1. Балансовая модель динамики трудовых ресурсов

Статистические данные, характеризующие состояние рынка труда, можно использовать для прогноза, построив тренды для каждого исследуемого показателя. Вычисление прогнозных значений таких показателей на основе статистики было рассмотрено в работе (Дроботенко, Невечеря, 2021). При таком подходе существующие связи между показателями рынка труда не учитываются. Однако они детализируют процессы исследуемого рынка, содержат информацию, которая отсутствует в статистике занятости и безработицы. Таким образом, учет этих связей за счет модели динамики может способствовать повышению надежности прогноза показателей рынка труда.

Балансовая модель была рассмотрена в работах (Невечеря, 2016а; Дроботенко, Невечеря, 2021). Моделируется динамика следующих показателей по n отраслям рынка труда: $N_1^{(i)}(t)$ — число занятых в отрасли i на конец года t ; $N_2^{(i)}(t)$ — число безработных на конец года t , последнее место работы которых было в отрасли i ; $N_2^{(0)}(t)$ — число безработных на конец года t , которые ранее не имели занятости на исследуемом рынке; $i = 1, \dots, n$.

Для описания взаимодействия моделируемого рынка с внешней средой вводится экзогенный параметр $\Delta N_2^{(0)}(t)$ — приток трудовых ресурсов на рынок труда в течение года $t + 1$. Значение $\Delta N_2^{(0)}(t)$ вычисляется на основе показателей Федеральной службы государственной статистики (Россия в цифрах ..., 2021). Формула, применяемая для вычисления $\Delta N_2^{(0)}(t)$, рассмотрена в работе (Дроботенко, Невечеря, 2021).

Балансовая модель динамики трудовых ресурсов включает уравнения связи между показателями рынка труда за годы t и $t + 1$:

$$N_1^{(i)}(t+1) = N_1^{(i)}(t) + \sum_{j=1}^n N_2^{(j)}(t) P_1^{(j,i)}(t) + [\Delta N_2^{(0)}(t) + N_2^{(0)}(t)] P_1^{(0,i)}(t) - \\ - N_1^{(i)}(t) [P_2^{(i)}(t) + P_3^{(i)}(t)] + \sum_{j=1, j \neq i}^n N_1^{(j)}(t) P_4^{(j,i)}(t) - \sum_{j=1, j \neq i}^n N_1^{(i)}(t) P_4^{(i,j)}(t), \quad i = 1, \dots, n, \quad (1)$$

¹ О принятии и введении в действие общероссийского классификатора видов экономической деятельности (ОКВЭД2) ОК 029-2014 (КДЕС ред. 2) и общероссийского классификатора продукции по видам экономической деятельности (ОКПД2) ОК 034-2014 (КПЕС 2008). (2014). Приказ Росстандарта от 31.01.2014 № 14-ст (ред. от 16.10.2018).

$$N_2^{(i)}(t+1) = N_2^{(i)}(t) + N_1^{(i)}(t)P_2^{(i)}(t) - N_2^{(i)}(t) \sum_{j=1}^{n+1} P_1^{(i,j)}(t), \quad i=1, \dots, n, \quad (2)$$

$$N_2^{(0)}(t+1) = N_2^{(0)}(t) + \Delta N_2^{(0)}(t) - \left[\Delta N_2^{(0)}(t) + N_2^{(0)}(t) \right] \sum_{j=1}^{n+1} P_1^{(0,j)}(t), \quad (3)$$

и ограничения:

$$P_1^{(j,i)}(t), P_1^{(j,n+1)}(t), P_2^{(i)}(t), P_3^{(i)}(t), \quad j=0, \dots, n; \quad i=1, \dots, n, \quad (4)$$

$$P_4^{(j,i)}(t) \geq 0, \quad j, i=1, \dots, n, \quad j \neq i, \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^{n+1} P_1^{(j,i)}(t) \leq 1, \quad P_2^{(j)}(t) + P_3^{(j)}(t) + \sum_{i=1, i \neq j}^n P_4^{(j,i)}(t) \leq 1, \quad j=1, \dots, n. \quad (6)$$

Здесь $P_1^{(j,i)}(t)$ — вероятность того что безработный (с последним местом работы в отрасли j) в течение $(t+1)$ года найдет работу в отрасли i ; $P_1^{(0,i)}(t)$ — вероятность того что безработный, не имевший занятости с момента появления на данном рынке, в течение года $(t+1)$ найдет работу в отрасли i ; $P_1^{(j,n+1)}(t)$ — вероятность того что безработный, с последним местом работы в отрасли j , покинет рынок труда в течение $(t+1)$ года; $P_1^{(0,n+1)}(t)$ — вероятность того что ранее не занятый безработный в течение $(t+1)$ года покинет рынок; $P_2^{(i)}(t)$ — вероятность того что специалист, работающий в отрасли i , к концу $(t+1)$ года станет безработным; $P_3^{(i)}(t)$ — вероятность того что специалист, работающий в отрасли i , покинет рынок труда в течение $(t+1)$ года; $P_4^{(j,i)}(t)$ — вероятность того что специалист, работающий в отрасли j , в течение $(t+1)$ года перейдет в отрасль i .

Таким образом, в балансовой модели появляются величины, связывающие показатели рынка труда — вероятности, которые характеризуют потоки межотраслевых перемещений трудовых ресурсов. Совокупность этих вероятностей в дальнейшем будем называть *показателями межотраслевых перемещений*.

Балансовая модель связывает $2n+1$ показатель рынка труда с помощью $2n^2 + 3n + 1$ показателей межотраслевых перемещений.

2.2. Нахождение показателей межотраслевых перемещений

Введем сопряженные переменные:

$$P_*^{(i)}(t) = 1 - \sum_{k=1}^{n+1} P_1^{(i,k)}(t), \quad i=0, \dots, n, \quad (7)$$

$$P_{**}^{(i)}(t) = 1 - P_2^{(i)}(t) - P_3^{(i)}(t) - \sum_{k=1, k \neq i}^n P_4^{(i,k)}(t), \quad i=1, \dots, n. \quad (8)$$

Равенства (1)–(3) и неравенства (4)–(6) можно записать в матричном виде:

$$N(t, t+1) = A(t)P(t), \quad (9)$$

$$P(t) \geq 0. \quad (10)$$

Здесь $N(t, t+1)$ — вектор, компоненты которого зависят от показателей рынка труда за годы t и $t+1$. Его размерность равняется $4n+2$, т.е. числу уравнений (1)–(3), (7), (8). Матрица $A(t)$ зависит от показателей рынка труда за год t и от экзогенного параметра $\Delta N_2^{(0)}(t)$. Размерность матрицы $A(t)$ равняется $(4n+2) \times (2n^2 + 3n + 1)$. Вектор $P(t)$ состоит из значений показателей межотраслевых перемещений трудовых ресурсов в течение года $(t+1)$. Размерность вектора $P(t)$ равняется $2n^2 + 3n + 1$, т.е. числу показателей межотраслевых перемещений.

Задача отыскания вектора $P(t)$, удовлетворяющего условиям (9), (10), является некорректной, ее решение с применением метода регуляризации (Тихонов, Арсенин, 1979) рассмотрено в (Невечеря, 2016а, 2016б).

2.3. Прогнозирование динамики трудовых ресурсов

Зная показатели рынка труда за годы t и $t+1$, с помощью (9), (10) можно найти вектор показателя межотраслевых перемещений $P(t)$. Таким образом, знание совокупности показателей рынка труда за годы $t-k, t-k+1, \dots, t+1$ позволяет найти вектора $P(t-k), \dots, P(t)$. Если для каждой компоненты вектора $P(t)$ построить тренд и на его основе вычислить прогнозное значение на $(t+1)$ год, можно составить прогнозный вектор межотраслевых перемещений $P_{\text{пр}}(t+1)$. Тогда с помощью равенства $N_{\text{пр}}(t+1, t+2) = A(t+1)P_{\text{пр}}(t+1)$ можно вычислить прогнозные значения показателей рынка труда за год $t+2$.

2.4. Особенности предложенного подхода

Балансовые модели динамики структур занятости применялись ранее для исследования движения населения и трудовых ресурсов (Единак, Коровкин, 2014; Коровкин, 2001; Коровкин и др., 2017). Значения параметров движения населения и трудовых ресурсов (вероятностей p_{ij} перехода из состояния i в состояние j) данные Федеральной службы государственной статистики не содержат, поэтому для их оценки рассматривались различные теоретические схемы движения. При этом возникали трудности, связанные со «слабой изученностью социально-экономического механизма процесса движения населения и трудовых ресурсов, неразработанностью методов учета этого процесса, межотраслевых перемещений работников» (Коровкин, 2001, глава 3.3).

В предложенной в настоящей работе балансовой модели используются только показатели рынка труда, полученные на основе статистических данных Федеральной службы государственной статистики (кроме одной экзогенной величины — притока трудовых ресурсов на рынок труда). Параметры движения трудовых ресурсов² вычисляются как решение уравнений балансовой модели (1)–(6). Для построения прогноза показателей рынка труда применяются только уравнения балансовой модели. Такой подход позволяет повысить объективность процесса прогнозирования.

3. ПРИМЕРЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ НА РЫНКЕ ТРУДА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

До конца 2016 г. рынок труда Российской Федерации, согласно «Общероссийскому классификатору видов экономической деятельности», подразделялся на 12 отраслей. С 2017 г. действует вторая редакция общероссийского классификатора видов экономической деятельности, согласно которой рынок труда Российской Федерации разделялся на 20 отраслей (и деятельность экстерриториальных организаций).

Рассмотрим примеры прогнозирования динамики трудовых ресурсов до и после 2016 г., используя для вычисления показателей рынка статистические данные Федеральной службы государственной статистики, имеющиеся в открытом доступе³: численность занятых по видам экономической деятельности — для вычисления отраслевой структуры занятости. Способ приближенного вычисления отраслевой структуры безработицы по численности выбывших работников списочного состава по видам экономической деятельности см. в (Дроботенко, Невечера, 2021).

3.1. Прогнозирование на 2011–2016 гг.

Для прогнозирования динамики рынка труда на 2011–2016 гг. привлечем статистические данные по 12 отраслям: 1) сельское и лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство; 2) добыча полезных ископаемых; 3) обрабатывающие производства; 4) производство и распределение электроэнергии, газа и воды; 5) строительство; 6) оптовая и розничная торговля, ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования, гостиницы и рестораны; 7) транспорт и связь; 8) финансовая деятельность, операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг; 9) государственное управление и обеспечение военной безопасности, социальное обеспечение; 10) образование; 11) здравоохранение и предоставление социальных услуг; 12) другие виды экономической деятельности.

Приведем таблицу надежности прогнозов показателей рынка труда (табл. 1), полученных непосредственно по показателям рынка труда (столбцы I), балансовой модели из (Дроботенко,

Таблица 1. Таблица надежности прогнозов показателей рынка труда на 2011–2016 гг.

Отрасль	2011			2012			2013			2014			2015			2016		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

² В статье они названы «показателями межотраслевых перемещений».

³ Трудовые ресурсы, занятость и безработица (2022 г.). Федеральная служба государственной статистики (https://rosstat.gov.ru/labour_force).

Окончание таблицы 1

Отрасль	2011			2012			2013			2014			2015			2016		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
4	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
5	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
6	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
9	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
11	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0
Итого	6	2	1	4	2	3	8	3	3	4	3	2	3	2	2	5	1	0

Невечеря, 2021) (столбцы II) и балансовой модели (1)–(6) (столбцы III). При прогнозировании показателей рынка труда и показателей межотраслевых перемещений выбирается один из трендов: константный, линейный или нелинейный (Дроботенко, Невечеря, 2021). Прогноз считается надежным, если его погрешность не превосходит 2%. В этом случае в соответствующем столбце стоит «0», в противном случае — «1». В строке «Итого» приведено число ненадежных прогнозов в текущем году. Таким образом, прогнозирование непосредственно по показателям рынка труда дает 30 ненадежных прогнозов; по балансовой модели из (Дроботенко, Невечеря, 2021) — 13; по балансовой модели (1)–(6) — 11.

3.2. Прогнозирование на 2019 г.

С 2017 г. народное хозяйство Российской Федерации разделяется на 20 отраслей:

- 1) сельское и лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство;
- 2) добыча полезных ископаемых;
- 3) обрабатывающие производства;
- 4) обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха;
- 5) водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений;
- 6) строительство;
- 7) торговля оптовая и розничная; ремонт автотранспортных средств и мотоциклов;
- 8) транспортировка и хранение;
- 9) деятельность гостиниц и предприятий общественного питания;
- 10) деятельность в области информации и связи;
- 11) деятельность финансовая и страховая;
- 12) деятельность по операциям с недвижимым имуществом;
- 13) деятельность профессиональная, научная и техническая (исключая научные исследования и разработки);
- 14) научные исследования и разработки;
- 15) деятельность административная и сопутствующие дополнительные услуги;
- 16) государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное обеспечение;
- 17) образование;
- 18) деятельность в области здравоохранения и социальных услуг;
- 19) деятельность в области культуры, спорта, организации досуга и развлечений;
- 20) предоставление прочих видов услуг.

Таблица 2. Таблица погрешностей и надежности прогнозов занятых в отраслях рынка труда Российской Федерации 2019 г.

Отрасль	Прогноз на 2019 г.					
	I	II	III	IV	V	VI
1	3,25	1	0,36	0	0,24	0
2	0,97	0	1,43	0	0,95	0
3	1,04	0	0,08	0	0,16	0
4	0,95	0	0,42	0	0,52	0
5	2,87	1	1,44	0	1,35	0
6	0,40	0	0,41	0	0,42	0
7	1,28	0	1,07	0	1,04	0
8	0,37	0	1,40	0	1,35	0
9	2,34	1	0,41	0	0,07	0
10	0,71	0	0,78	0	0,62	0
11	1,26	0	2,08	1	2,04	1
12	0,20	0	0,70	0	0,90	0
13	1,20	0	0,36	0	0,62	0
14	3,87	1	0,92	0	1,18	0
15	3,22	1	3,18	1	2,73	1
16	0,68	0	0,80	0	1,07	0
17	1,16	0	0,17	0	0,37	0
18	0,09	0	1,03	0	1,27	0
19	1,13	0	0,64	0	0,42	0
20	1,09	0	0,43	0	0,52	0
Итого	1,40	5	0,90	2	0,89	2

Возможность использования для прогнозирования данных лишь за 2017–2019 гг. ограничивает выбор прогнозного тренда константным. В табл. 2 приведены погрешности (в %) прогноза занятых. Цифрой «1» отмечены ненадежные прогнозы. В строке «Итого» в столбцах I, III, V показаны средние значения погрешностей прогнозов, а в ст. II, IV, VI — число ненадежных прогнозов. В столбцах I, II отражены результаты прогнозирования непосредственно по показателям рынка труда; в столбцах III, IV — результаты, полученные с помощью балансовой модели из (Дроботенко, Невечеря, 2021); в столбцах V, VI — с помощью модели (1)–(6). Таким образом, прогнозирование непосредственно по показателям рынка труда, прогнозирование показателей рынка труда с помощью балансовой модели из (Дроботенко, Невечеря, 2021) и с помощью балансовой модели (1)–(6) дают на 2019 г. 5, 2 и 2 ненадежных прогнозов соответственно.

Рассмотренные примеры прогнозирования занятости по 12 и 20 отраслям свидетельствуют о том, что детализация показателей трудовых ресурсов является эффективным подходом для повышения надежности прогноза отраслевой занятости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Дроботенко М.И., Невечеря А.П.** (2021). Прогнозирование динамики трудовых ресурсов на многоотраслевом рынке труда // *Компьютерные исследование и моделирование*. Т. 13. Вып. 1. С. 235–250. [**Drobotenko M.I., Nevecherya A.P.** (2021). Forecasting the labour force dynamics in a multisectoral labor market. *Computer Research and Modeling*, 13, 1, 235–250 (in Russian).]
- Единак Е.А., Коровкин А.Г.** (2014). Построение баланса территориального движения занятого населения (на примере федеральных округов РФ) // *Проблемы прогнозирования*. № 3 (144). С. 72–85. [**Edinak E.A., Korovkin A.G.** (2014). Construction of balance of territorial mobility of employed population: Case study of federal districts of the Russian federation. *Studies on Russian Economic Development*, 3 (144), 72–85 (in Russian).]
- Коровкин А.Г.** (2001). Динамика занятости и рынка труда: вопросы макроэкономического анализа и прогнозирования. М.: МАКС Пресс. [**Korovkin A.G.** (2001). *Employment and labor market dynamics: Issues of macroeconomic analysis and forecasting*. Moscow: MAKSS Press (in Russian).]

- Коровкин А.Г., Единак Е.А., Королев И.Б.** (2017). Прогнозирование численности и структуры населения на базе балансового подхода. В сб.: *Демографический потенциал стран ЕАЭС*. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН. С. 297–303. [**Korovkin A.G., Edinak E.A., Korolev I.B.** (2017). The number and population structure forecasting on the base of the balance approach. In: *Demographic potential of the EAEU countries*. Yekaterinburg: Institute of Economics UrB RAS, 297–303 (in Russian).]
- Невечеря А.П.** (2016a). Исследование динамики трудовых ресурсов на основе многоотраслевой математической модели рынка труда // *Экономика и математические методы* Т. 52. Вып. 2. С. 129–140. [**Nevecherya A.P.** (2016a). Analysis of labor force dynamics in intersectoral mathematical model of the labor market. *Economics and Mathematical Methods*, 52, 2, 129–140 (in Russian).]
- Невечеря А.П.** (2016b). Численный алгоритм в задаче самоорганизации трудовых ресурсов // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ)*. № 04(118). С. 1333–1349. [**Nevecherya A.P.** (2016b). A numerical algorithm in the problem of self-organization of labor resources. *Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University (Scientific Journal of KubSAU)*, 04 (118), 1333–1349 (in Russian).]
- Невечеря А.П.** (2021). Задача прогнозирования динамики трудовых ресурсов // *Наука. Новое поколение. Успех*. Т. 2. С. 24–26. [**Nevecherya A.P.** (2021). Labour resources dynamics forecasting problem. *Science. A new generation. Success*, 2, 24–26 (in Russian).]
- Россия в цифрах. 2021: Краткий статистический сборник (2021). М.: Федеральная служба государственной статистики. [*Russia in figures. 2021: Brief Statistical Compilation* (2021). Moscow: Federal State Statistics Service (in Russian).]
- Тихонов А.Н., Арсенин В.Я.** (1979). Методы решения некорректных задач. М.: Наука. [**Tikhonov A.N., Arsenin V.Ya.** (1979). *Methods for solving ill-posed problems*. Moscow: Nauka (in Russian).]
- Armstrong J.S.** (1984). Forecasting by extrapolation: Conclusions from 25 years of research. *Interfaccs*. No. 003. 20 p.
- Bakens J., Fouarge D., Peeters T.** (2018). Labour market forecasts by education and occupation up to 2022. *ROA. ROA Technical Reports*, 14, 6, 52–66.
- Borghans L., De Grip A., Heijke H.** (1996). Labor market information and the choice of vocational specialization. *Economics of Education Review*, 15 (1), 59–74.
- Cörvers F., Heijke H.** (2005). *Forecasting the labour market by occupation and education: Some key issues*. Maastricht: Research centrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt.
- Key indicators of the labour market* (2016). 9th ed. Geneva: International labour office.
- Knobel C., Kriechele B., Schmid A.** (2008). *Regional forecasting on labour markets*. Munich: Rainer Hampp Verlag.
- Scott J., Marshall G.** (2009). *A dictionary of sociology*. Oxford: Oxford University Press.
- Tsakalozos N., Konstantinos D., Scott R.** (2011). Signal extrapolation using empirical mode decomposition with financial applications. *CASSP, IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*, 5744–5747.
- Wilkinson F.** (1981). *The dynamics of labour market segmentation*. NYC: Academic press.

Forecasting the sectoral structure of population employment

© 2023 M.I. Drobotenko, A.P. Nevecherya

M.I. Drobotenko,

Kuban State University, Krasnodar, Russia; e-mail: mdrobotenko@mail.ru

A.P. Nevecherya,

Kuban State University, Krasnodar, Russia; e-mail: artiom1989@mail.ru

Received 27.07.2022

Abstract. All the labor market subjects that can influence the labor resources dynamics are interested in employment forecasts for labor market sectors. Such subjects are state employees and municipal employees, employers and workers. The statistical data aggregation degree affects the quality of the labor resources dynamics forecasting. Each labor market indicator combines a set of detailed indicators in a high degree of aggregation case. When building the trends it is impossible to take into account information on the detailed indicators trends. The labor market indicators for each specific year don't contain information about the interaction with each other. This fact also negatively affects the forecast quality. The article discusses the use of a balance mathematical model of the labor resources dynamics, which relates the labor market sectoral indicators, to define the intersectoral movements indicators. The authors consider a calculating labor market indicators method that uses only statistical data on sectoral employment and unemployment. Thus, the statistical data on the labor resources dynamics provided by the Federal State Statistics Service is a sufficient condition for the Russian Federation labor market detailing using intersectoral movements' indicators. The paper shows how a set of intersectoral movements indicators allows building the forecast values of these indicators and using them to calculate the forecast values of labor market indicators. The article considers examples of claiming employment estimates by Russian Federation economy sectors for 2011–2016 and 2019. The entry into force of the All-Russian classifier of types of economic activity (second edition) in 2017 is the reason for choosing such research intervals. The purpose of these examples was to determine the impact of the detailed labor market indicators of the sectoral employment estimates reliability. The authors compared the forecast obtained directly from labor market indicators with the forecasts obtained from intersectoral movements indicators. Intersectoral movements indicators are the results of applying balance models with varying degrees of detail. The reliability tables presented in this work to assess the forecasting quality indicate that the detailing of the sectoral employment indicators by using the balance model can increase reliability of the forecast.

Keywords: balance model, labor force dynamics, intersectoral relations detailing, forecasting, labor market.

JEL Classification: C32.

For reference: **Drobotenko M.I., Nevecherya A.P.** (2023). Forecasting the sectoral structure of population employment. *Economics and Mathematical Methods*, 59, 1, 22–29. DOI: 10.31857/S042473880024868-3