

**DOI:10.26104/NNTIK.2022.41.77.005**

*Сапарова Г.Б., Хожамов М.И., Акматова Н.О.*

**КЫРГЫЗСТАНДЫН ЭМГЕК РЫНОГУНДА ЖУМУШСУЗДУКТУН  
ӨСҮҮ ДИНАМИКАСЫН БОЛЖОЛДОО**

*Сапарова Г.Б., Хожамов М.И., Акматова Н.О.*

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ РОСТА БЕЗРАБОТИЦЫ  
НА РЫНКЕ ТРУДА КЫРГЫЗСТАНА**

*G. Saparova, M. Khojamov, N. Akmatova*

**FORECASTING THE DINAMICS OF UNEMPLOYMENT GROWTH  
IN THE LABOR MARKET OF KYRGYZSTAN**

УДК: 519.862

*Эмгек рыногу коомдун экономикалык жана коомдук турмуштун маанилүү бөлүгү болуп саналат. Эмгек рыногундагы көйгөйлөр эң маанилүүлөрүнүн катарына кирет жана алардын актуалдуулугу шек туудурбайт. Бул макаланын актуалдуулугу жумушсуздуктун активдүүлүгүн изилдөө. Макалада эмгек ресурстарынын секторлор аралык кыймылынын баланстык математикалык моделинин негизинде эмгек рыногунда жумушсуздарды болжолдоо маселеси каралат. Болжолдоого бир нече ыкмаларды салыштыруу жүргүзүлдү: эмгек рыногунун көрсөткүчтөрүн болжолдоо туруктуу тенденциянын негизинде гана ишке ашырылган жөнөкөй прогноз, аныктоочу бардык көрсөткүчтөр үчүн туруктуу тенденцияны колдонуу менен баланстык моделдин негизинде болжолдоо, эмгек ресурстарынын тармактар аралык кыймылы. Баланстык модели колдонуу кызматкерлердин саны боюнча болжолдоого караганда жакшыраак прогноздун сапатын камсыз кылат.*

**Негизги сөздөр:** жумушсуздук, баланс модели, динамика, эмгек рыногу, болжолдоо, математикалык модел, туруктуу тенденция.

*Рынок труда является важной составляющей частью экономической и социальной жизни общества. Проблемы рынка труда относятся к числу наиболее важных и актуальность их не вызывает сомнения. Актуальность данной статьи заключается в цели исследования длительности безработицы. В данной статье рассмотрена задача прогнозирования безработных на рынке труда на основе балансовой математической модели межотраслевых перемещений трудовых ресурсов. Произведено сравнение нескольких подходов к прогнозированию: наивный прогноз, в рамках которого прогнозирование показателей рынка труда осуществлялось только на основе константного тренда, прогнозирование на основе балансовой модели с использованием только константного тренда для всех показателей, определяющих межотраслевые перемещения трудовых ресурсов. Показано, что применение балансовой модели обеспечивает лучшее качество прогноза по сравнению с прогнозированием по количеству занятых.*

**Ключевые слова:** безработица, балансовая модель, динамика, рынок труда, прогнозирование, математическая модель, константный тренд.

*The labor market is an important component of the economic and social life of society. The problems of the labor market are among the most important and their relevance is beyond doubt. The relevance of this article lies in the purpose of studying the duration of unemployment. This article considers the problem of predicting the unemployed in the labor market on the basis of a balance mathematical model of intersectoral movements of labor resources. Several approaches to forecasting are compared: a naive forecast, in which labor market indicators were forecasted only on the basis of a constant trend, forecasting based on a balance model using only a constant trend for all indicators that determine intersectoral movements of labor resources. It is shown that the use of the balance model provides a better forecast quality compared to forecasting based on the number of employees.*

**Key words:** unemployment, balance model, dynamics, labor market, forecasting, mathematical model, constant trend.

**Введение.** Повышенный интерес к прогнозированию динамики трудовых ресурсов на рынке труда обусловлен широкой применимостью результатов таких прогнозов - в них заинтересованы все субъекты, способные оказывать влияние на динамику трудовых ресурсов: государственные и муниципальные службы, работодатели, работники.

Распространенным способом получения такого прогноза являются разработка и применение математических моделей: эконометрических, балансовых, агент – ориентированных, экономфизических. Наиболее широкое применение среди аналитиков используется способ прогнозирования динамики трудовых ресурсов с помощью методов экстраполяции. Одним из основных достоинств данного метода является то, что для его применения достаточно только статистических данных за определенный промежуток времени по исследуемому показателю. Для повышения качества прогнозирования практикуется проведение детальной декомпозиции исследуемого рынка труда, например моделирование межотраслевых перемещений трудовых ресурсов отдельно в каждом регионе, с последующим объединением полученных моделей на уровне национальной экономики с учетом межрегионального взаимодействия трудовых ресурсов.

Другим очень распространенным способом улучшения качества прогноза является привлечение дополнительных факторов, влияющих на динамику трудовых ресурсов, с целью определения неизвестных параметров

модели. Такими факторами могут быть, возможность трудоустройства, уровень заработных плат и престиж профессии.

Если анализируемые показатели рынка труда не имеют устойчивый тренд, то их прогнозные значения вычисляются на основе прогнозных значений тех дополнительных факторов, тренды которых более стабильны. Например, прогноз занятости в частном и государственном секторах национальной экономики может быть осуществлен с помощью прогноза численности населения трудоспособного возраста и прогноза уровня занятости трудоспособного населения в каждом из отраслей.

Прогнозирование плотности входящих и исходящих трудовых ресурсов – еще один способ получения прогнозных значений отраслевой занятости и безработицы. Динамика плотности потоков трудовых ресурсов при этом определяется на основе оценок ожидаемого спроса на трудовые ресурсы и ожидаемого предложения трудовых ресурсов.

**Постановка задачи.** Динамика трудовых ресурсов описывается совокупностью значений:

$$S_1^{(i)}(t), S_2^{(i)}(t), i = 1, 2, \dots, n \text{ и } S_2^{(0)}(t),$$

которые называются показателями рынка труда. Показатели рынка труда и величина притока трудовых ресурсов  $\Delta S_2^{(0)}(t)$  могут быть получены на основе данных Службы занятости.

Задача прогнозирования трудовых ресурсов состоит в вычислении значения показателей рынка труда в год  $(t + 2)$  по известным значениям показателей рынка труда за годы  $t - k + 1, \dots, t + 1$ , а также значениям  $\Delta S_2^{(0)}(t)$  за годы  $t - k + 1, \dots, t$ .

Рассмотрим два способа построения прогнозных значений показателей рынка труда:

- 1) Прогнозирование по показателям рынка труда;
- 2) Прогнозирование с применением балансовой математической модели вида

$$S(t, t + 1) = M(t) \cdot P(t) \tag{1}$$

Здесь  $S(t, t + 1) = (p_1^1, \dots, p_1^n, p_2^1, \dots, p_2^n, p_2^0)$ . (2)

Где  $p_1^{(i)} = S_1^{(i)}(t + 1) - S_1^{(i)}(t), p_2^{(i)} = S_2^{(i)}(t + 1) - S_2^{(i)}(t)$ , (3)

$$p_2^0 = S_2^{(0)}(t + 1) - S_2^{(0)}(t) - \Delta S_2^{(0)}(t).$$

Вектор  $P(t)$  имеет вид:

$$P(t) = (\tilde{P}(t), P_2^{(1)}(t), \dots, P_2^{(n)}(t), P_3^{(1)}(t), \dots, P_3^{(1)}(t)). \tag{4}$$

Где  $\tilde{P}(t) = (P_1^{(0,1)}(t), \dots, P_1^{(0,n+1)}(t), P_1^{(1,1)}(t), \dots, P_1^{(1,n+1)}(t), \dots, P_1^{(n,1)}(t), \dots, P_1^{(n,n+1)}(t))$ ,

$$P_2^{(i)}(t), P_3^{(i,n+1)}(t) \geq 0, P_2^{(i)}(t) + P_3^{(i,n+1)}(t) \leq 1, i = 1, n$$

$$P_2^{(i,j)}(t) \geq 0, \sum_{i=1}^{n+1} P_1^{(i,j)}(t) \leq 1, i = 0, n, j = 1, n + 1.$$

Здесь  $n$  – количество отраслей на рынке труда;  $t$  – номер года;  $P_1^{(i,j)}(t)$  – вероятность того, что безработный, последнее место работы, которого было в  $i$  –й отрасли, в течение года  $(t + 1)$  найдет работу в  $j$  –й отрасли.  $P_1^{(0,i)}(t)$  – вероятность того, что безработный, не имевший занятости с момента появления на данном рынке, в течение года  $(t + 1)$  найдет работу в  $i$  –й отрасли;  $P_1^{(i,n+1)}(t)$  – вероятность того, что безработный, последнее место работы которого было в  $i$  –й отрасли, покинет рынок труда в течение года  $(t + 1)$ ;  $P_1^{(0,n+1)}(t)$  – вероятность того, что ранее не занятый безработный в течение года  $(t + 1)$  покинет рынок;  $P_2^{(i)}(t)$  – вероятность того, что специалист, работающий в  $i$  –й отрасли, в течение года  $(t + 1)$  будет уволен;  $P_3^{(i)}(t)$  – вероятность того, что специалист, работающий в конце года  $t$  в  $i$  –й отрасли, покинет рынок труда в течение года  $(t + 1)$ .

Вероятности, применяемые в данной модели, отражают межотраслевые перемещения трудовых ресурсов, в связи с чем совокупности этих вероятностей в дальнейшем будем называть показателями межотраслевых перемещений.

При помощи первого способа для каждого из показателей рынка труда по его значениям за предыдущие годы можно построить тренд, с помощью которого вычисляется прогнозное значение данного показателя в  $(t + 2)$  – м году.

При помощи второго способа, видно, что знание показателей рынка труда за годы  $t$  и  $(t + 1)$  позволяет построить вектор  $S(t, t + 1)$ , матрицы  $M(t)$  и  $M(t + 1)$  и найти вектор  $P(t)$  – решение задачи (1) – (3).

Следовательно, показатели рынка труда за годы  $(t - k + 1), \dots, (t + 1)$ , позволяют вычислить значения векторов  $P(t - k + 1), \dots, P(t)$  и построить тренды для каждой компоненты этих векторов. С помощью этих трендов можно построить прогнозное значение этих компонент в  $(t + 1)$  – м году, сформировать из них вектор  $P_{\text{пр}}(t + 1)$  и вычислить прогнозное значение показателей рынка труда по формуле:

$$S_{\text{пр}}(t + 1, t + 2) = M(t + 1) \cdot P_{\text{пр}}(t + 1) \quad (5)$$

**Методы решения.** Для определения точности прогноза показателей  $i$ -й отрасли рынка труда используется значение погрешностей  $l_j^{(i)}(t)$ :

$$l_j^{(i)}(t) = \left| \frac{S_j^{(i)} - S_{\text{пр},j}^{(i)}(t)}{S_j^{(i)}} \right| \cdot 100\%, i = 1, n, j = 1, 2. \quad (6)$$

где  $S_{\text{пр},j}^{(i)}(t)$  – прогнозное значение показателя  $S_j^{(i)}$ .

Также определим погрешности прогнозирования работающих и безработных по всем отраслям рынка труда:

$$p_j(t) = \left| \frac{\sum_{i=1}^n S_j^{(i)} - \sum_{i=1}^n S_{\text{пр},j}^{(i)}}{\sum_{i=1}^n S_j^{(i)}} \right| \cdot 100\%, j = 1, 2. \quad (7)$$

**Пример.** Рассмотрим пример на прогнозирование уровня безработицы в Кыргызстане методом скользящей средней. Все данные в таблице 1.

№ годы	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
%	10,2	9,5	8,5	10,5	10,1	9,8	8,8	7,5	9,2	10,8	11,2

**Решение:** Интервал сглаживания возьмем  $n = 3$ . Далее рассчитаем скользящую среднюю для периодов по формуле:

$$\Pi_m = \frac{N_{t1} + N_{t2} + N_{t3}}{n}$$

где  $\Pi$  – скользящая средняя для периодов в %,  $N_{ti}$  – уровень безработицы в %. Вычисляем для каждого года:

$$\Pi_{2010} = 10,2;$$

$$\Pi_{2011} = \frac{N_{2010} + N_{2011} + N_{2012}}{3} = \frac{10,2 + 9,5 + 8,5}{3} = 9,4;$$

$$\Pi_{2012} = \frac{N_{2011} + N_{2012} + N_{2013}}{3} = \frac{9,5 + 8,5 + 10,5}{3} = 9,5;$$

$$\Pi_{2013} = \frac{N_{2012} + N_{2013} + N_{2014}}{3} = \frac{8,5 + 10,5 + 10,1}{3} = 9,7;$$

$$\Pi_{2014} = \frac{N_{2013} + N_{2014} + N_{2015}}{3} = \frac{10,5 + 10,1 + 9,8}{3} = 10,13;$$

$$\Pi_{2015} = \frac{N_{2014} + N_{2015} + N_{2016}}{3} = \frac{10,1 + 9,8 + 8,8}{3} = 9,56;$$

$$\Pi_{2016} = \frac{N_{2015} + N_{2016} + N_{2017}}{3} = \frac{9,8 + 8,8 + 7,5}{3} = 8,7;$$

$$\Pi_{2017} = \frac{N_{2016} + N_{2017} + N_{2018}}{3} = \frac{8,8 + 7,5 + 9,2}{3} = 8,5;$$

$$\Pi_{2018} = \frac{N_{2017} + N_{2018} + N_{2019}}{3} = \frac{7,5 + 9,2 + 10,8}{3} = 9,16;$$

$$\Pi_{2019} = \frac{N_{2018} + N_{2019} + N_{2020}}{3} = \frac{9,2 + 10,8 + 11,2}{3} = 10,4;$$

$$\Pi_{2020} = 11,2.$$

Произведем расчет средней относительной ошибки по формуле:  $O = \frac{N_{\phi} - N_p}{N_{\phi}} \cdot 100\%$ ,

где  $N_{\phi}$  – фактическое значение ряда. Отсюда имеем: на 2011 г. –1,05; 2012 г. – (-11,7); 2013 г. – 7,61; 2014г. – (-0,29); 2015 г. – 2,44; 2016 г. – 1,14; 2017 г. – (-13,33); 2018 г. – 0,43; 2019 г. – 3,70.

Теперь строим прогнозы на следующий годы по формуле:

$$N_{t+1} = \Pi_{t-1} + \frac{(N_t - N_{t-1})}{n},$$

где  $(t + 1)$  –прогнозный период;  $t$  – период, предшествующий прогнозному периоду;  $N_{t+1}$  – прогнозируемый показатель;  $\Pi_{t-1}$  – скользящая средняя за два периода до прогнозного;  $N_t$  – фактическое значение исследуемого явления за предшествующий период;  $N_{t-1}$  – фактическое значение исследуемого явления за два периода, предшествующего прогнозному.

$$N_{2021} = \Pi_{2019} + \frac{(N_{2020} - N_{2019})}{3} = 10,4 + \frac{(11,2 - 10,8)}{3} = 10,4 + \frac{0,4}{3} = 10,53;$$

$$\Pi_{2021} = \frac{N_{2018} + N_{2019} + N_{2020}}{3} = \frac{9,16 + 10,4 + 0}{3} = 6,52;$$

$$N_{2022} = \Pi_{2020} + \frac{(N_{2021} - N_{2020})}{3} = 0 + \frac{(10,53 - 11,2)}{3} = -0,22;$$

$$\Pi_{2022} = \frac{N_{2019} + N_{2020} + N_{2021}}{3} = \frac{10,8 + 11,2 + 10,53}{3} = 10,84.$$

$$N_{2023} = \Pi_{2021} + \frac{(N_{2022} - N_{2021})}{3} = 6,52 + \frac{(-0,22 - 10,53)}{3} = 6,52 - 3,58 = 2,94;$$

$$\Pi_{2023} = \frac{N_{2020} + N_{2021} + N_{2022}}{3} = \frac{11,2 + 10,53 + (-0,22)}{3} = 7,17.$$

Все полученные данные занесем в следующую таблицу:

№	№ годы	$N_t$ , %	$\Pi_m$ , %	$O_{\text{общ}}$
1	2010	10,2	-	-
2	2011	9,5	9,4	1,05
3	2012	8,5	9,5	-11,7
4	2013	10,5	9,7	7,61
5	2014	10,1	10,13	-0,29
6	2015	9,8	9,56	2,44
7	2016	8,8	8,7	1,14
8	2017	7,5	8,5	-13,33
9	2018	9,2	9,16	0,43
10	2019	10,8	10,4	3,70
11	2020	11,2	-	-
	$\Sigma$	-	-	-11,39
	Прогноз			
12	2021	10,53	6,52	-
13	2022	-0,22	10,84	-
14	2023	2,94	7,17	-

В итоге получаем:  $\varepsilon = \frac{-11,39}{9} = -1,26 < 10\%$ . Таким образом, по результатам расчета точность прогноза высокая.

**Литература:**

1. Сапарова Г.Б., Шайлообаева Ш. Математическое моделирование экономических процессов. // Известия. ОшГУ. 1/2018. Часть 2. С. 154-157.
2. Григорьева И.В. Прогнозирование рынка труда. // Аграрный вестник Урала. – 2009. - № 3(57). С. 85-86.
3. Кузьмин В.В., Кузнецов С.Г., Кулагина Н.М., Попов А.Д. Проблемы прогнозирования параметров занятости и рынка труда // Научные труды: Институт народно-хозяйственного прогнозирования РАН. – 2010. – Т.8 – С. 703-726.
4. Сапарова Г.Б., Султан кызы Н. Математические модели оценки финансовых рисков. ОшГУ, Известия, 2021.
5. Толубаев Ж.О. «Об одном классе линейных интегро-дифференциальных уравнений первого порядка Вольтерра-Стилтьеса на полуоси», «Наука и новые технологии» № 4, 2013. – Бишкек: 2013. С 69-74. <http://www.science-journal.kg/en/journal/1/2013/4/>
6. Толубаев Ж.О., Сабиров Я.А., Холбеков Н.О. «Построение оператора регуляризации для решения нелинейного интегрального уравнения первого рода истокорпредставимым исходным данным», ISSN 1694-7681 Известия вузов Кыргызстана. – №11, 2019 – Бишкек: 2019. С 3-9. <http://www.science-journal.kg/ru/journal/2/about>