

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МИГРАЦИОННЫХ КРИЗИСОВ НА ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ И СОЦИАЛЬНОЕ НЕРАВЕНСТВО <sup>116</sup>

Дмитриев М.Г.<sup>I</sup>, Михайлов А.П.<sup>II</sup>, Петров А.П.<sup>II</sup>, Прончева О.Г.<sup>III</sup>

<sup>I</sup>Институт системного анализа ФИЦ ИУ РАН, г. Москва, Россия

<sup>II</sup>Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук, г. Москва, Россия

<sup>III</sup>Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет), г. Москва, Россия

petrov.alexander.p@yandex.ru, olga.proncheva@gmail.com

*Аннотация: Работа посвящена построению и исследованию модели экономического роста, учитывающей миграционные потоки, и различающей квалифицированный и неквалифицированный трудом, а также труд коренных жителей и мигрантов. Исследование модели нацелено на анализ влияния миграционных кризисов на экономический рост и неравенство.*

Ключевые слова: миграционные кризисы, математическое моделирование, миграция, экономический рост

### Введение

Классические модели экономического роста не рассматривали миграцию, однако последние десятилетия ознаменовались значительным усилением миграции, с увеличением как вклада мигрантов в экономику, так и создаваемой ими нагрузки на социум [1-4], включая изменения социальной структуры [5-7]. Кроме того, важным фактором, влияющим на динамику экономического роста в целом, является наличие кризисов.

### 1 Описание модели

Математическая модель, на основании которой в данной работе проводится изучение миграционных кризисов, была предложена в работе [8]. Выпуск  $Y(t)$  определяется трехфакторной производственной функцией [9], основанной на функции Кобба-Дугласа, здесь труд состоит ( $S$ , skilled) и неквалифицированного ( $U$ , unskilled) труда:

$$(1) \quad Y(t) = AK^\alpha(t) \left( \gamma S^\psi(t) + (1-\gamma)U^\psi(t) \right)^{(1-\alpha)/\psi}.$$

Здесь  $t$  – время,  $K(t)$  – капитал,  $0 < \alpha < 1$ ,  $0 < \gamma < 1$ ,  $\psi < 1$ . В каждом из двух квалификационных классов имеется как коренное (соответственно,  $S_b(t), U_b(t)$ ), так и мигрантское ( $S_m(t), U_m(t)$ ) население (в которое мы включаем как самих мигрантов, так и их потомков). Предполагается, что на протяжении изучаемого процесса коренные и некоренные жители не перемешиваются. Также предполагается, что коренные жители данной страны не мигрируют за рубеж, а численность каждого из классов растет постоянным темпом:

$$(2) \quad S_b(t+1) = (1 + \beta_S)S_b(t), \quad U_b(t+1) = (1 + \beta_U)U_b(t).$$

Здесь  $\beta_S$ ,  $\beta_U$  – темпы естественного прироста коренного квалифицированного и неквалифицированного населения соответственно. Некоренное население может испытывать приток (и отток), в зависимости от среднего уровня потребления данного трудового класса:

$$(3) \quad S_m(t+1) = \max \left\{ 0; (1 + \mu_S)S_m(t) + S_{inflow}(t) - S_{outflow}(t) \right\}, \text{ где}$$

<sup>116</sup> Работа выполнена при поддержке РФФИ 18-01-00551а

$$(4) \quad S_{inflow}(t) = k_s \ln \left[ 1 + \exp \left( \left( S_{m0}(1+r_s)^t - S_m(t) \right) \left( \frac{C_s(t)}{S(t)} - c_{s0}(t) \right) \right) \right],$$

$$(5) \quad S_{outflow}(t) = k_s \ln \left[ 1 + \exp \left( -S_m(t) \left( \frac{C_s(t)}{S(t)} - c_{s0}(1+r_0)^t \right) \right) \right], \text{ при этом}$$

$$(6) \quad c_{s0}(t+1) = \min \left\{ (1+r_{s0})c_{s0}(t+1); 0,5 [C_s(t)/S(t) + c_{s0}(t)] \right\},$$

аналогичные формулы имеем для  $U_m$ . Уравнение динамики капитала  $K(t)$  имеет стандартный вид:

$$(7) \quad K(t+1) = (1-\delta)K(t) + \rho(1-a)Y(t), \quad K(0) = K^0.$$

Здесь  $\delta$  - коэффициент выбытия капитала,  $a$  - коэффициент прямых затрат (доля промежуточного продукта в выпуске),  $\rho$  - норма накопления. Перейдем теперь к описанию потребления. Доля потребления, равная  $q$  ( $0 \leq q \leq 1$ ) распределяется эгалитарно, оставшаяся часть - в соответствии со вкладом каждого квалификационного класса в выпуск. Тогда потребление квалифицированных работников составляет

$$(8) \quad C_s(t) = \frac{S(t)}{S(t)+U(t)} q(1-\rho)(1-a)Y(t) + \gamma(1-q)(1-\rho)(1-a)Y(t),$$

В отсутствие кризисов предполагается, что уровень жизни в странах-донорах растёт с темпом  $r_{s0} = 3\%$  для квалифицированного населения и  $r_{u0} = 2\%$  для неквалифицированного. Если же в год  $i$  происходит кризис, то в этом году наблюдается спад уровня жизни в странах-донорах на 9% для всех слоёв населения, в году  $i+1$  - на 7%, в году  $i+2$  - на 5%, и, наконец, в году  $i+3$  наблюдается стагнация. Начиная с года  $i+4$  темпы роста возвращаются к докризисному уровню. При этом нет ограничения на год начала нового кризиса: он может наступить до окончания последствий предыдущего. Что касается времени наступления очередного кризиса, моделирование проводилось следующим образом. Принимается решение о числе кризисов за прогнозируемый период. Далее, с помощью генератора псевдослучайных чисел вихря Мерсенна выбираются года начала каждого кризиса. После этого последствия кризисов моделируются вышеописанным способом.

## 2 Численные эксперименты

Для численных экспериментов для коэффициента выбытия капитала, коэффициента прямых затрат и нормы накопления примем следующие значения:  $\rho = 0,2$ ,  $\delta = 0,06$ ,  $a = 0,42$ . Далее, в качестве темпов естественного прироста населения, мы будем рассматривать два типичных значения: положительное  $\beta = 0,005$  и отрицательное  $\beta = -0,001$ . В обоих случаях  $\beta = \beta_s = \beta_u$ . Далее, примем  $S_b(0) = 0,4$ ,  $U_b(0) = 0,6$ . Для эластичности по капиталу в производственной функции примем  $\alpha = 0,6$ , а для показателя  $\Psi$  положим  $\psi = 0,01$ . Далее, примем, что  $\gamma = 0,8$ ;  $q = 0,2$ ,  $A = (1+0,005)^t$ ,  $K(0) = 1,18$ ,  $S_{m0}(0) = 0,1$ ,  $U_{m0}(0) = 0,9$ ,  $S_m(0) = 0$ ,  $U_m(0) = 0$ ,  $c_{u0}(0) = 0,03$ ,  $k_s = 0,05$ ,  $k_u = 0,4$ ,  $c_{s0}(0) = 0,12$ ,  $\mu_{11}(t) = \mu_{22}(t) = r_s(t) = r_u(t) = 0,005 + 0,015(1-0,05)^t$ . Более подробное описание выбранных параметров см [5].

Итак, рассмотрим, как влияют кризисы и их время (в начале или в конце периода) на общую динамику. В качестве исследуемых величин возьмём выпуск и индекс Джини. Сначала рассмотрим демографически успешные страны ( $\beta = 0,005$ ) (см. рис.1). Рассматривались случаи, когда за исследуемый период случилось два кризиса (в 5 и 60 годах), один кризис в начале (в 40 году) или один в конце (в 64 году). Ниже (табл. 1) представлены значения некоторых величин на конец периода, для сравнения представлены значения этих же величин в случае, когда нет кризиса.

Таблица 1. Значения ключевых величин на конец периода

Кризис в	$S_b$	$U_b$	$S_m$	$U_m$	Gini	$K$	$Y$	рост $Y$ , %
18 и 67	0.662	0.993	0.111	3.752	0.528	9.407	6.633	2.184
18	0.662	0.993	0.088	3.469	0.525	9.303	6.492	2.058
85	0.662	0.993	0.062	3.115	0.520	9.046	6.271	2.017
Нет кризиса	0.662	0.993	0.051	2.889	0.516	9.008	6.194	1.900

Как видно из табл.1, кризис в странах-донорах способствует росту как квалифицированных, так и неквалифицированных мигрантов и, как следствие, росту капитала и выпуска. При этом, если сравнивать эффект от более раннего кризиса с эффектом от кризиса в конце периода, для стран-акцепторов предпочтительнее более ранний кризис в странах-донорах. Что касается индекса Джини, то кризис приводит к его увеличению. Аналогичные выводы можно сделать при рассмотрении таких стран, как Россия и Италия ( $\beta = -0,001$ ).

### Заключение

В работе было исследовано влияние кризисов в странах-донорах рабочей силы на экономику в странах-акцепторах. При этом рассматривалось два вида стран-акцепторов с различным темпом естественного прироста населения (положительным и отрицательным). Оказалось, что для обоих типов стран миграционные кризисы способствуют увеличению количества мигрантов, что приводит к увеличению роста ВВП, однако этот эффект достигается ценой увеличения социального неравенства.

### Литература

1. Vincenzo Bove and Leandro Elia. 2017. Migration, Diversity, and Economic Growth // World Development. Vol. 89. 2017. – P. 227-239.
2. Artuc E., Docquier F., Ozden C., Parsons C. A global assessment of human capital mobility: The role of non-OECD destinations // World Development. Vol. 65. 2014. – P. 6-26.
3. Cortes P. The Feminization of International Migration and its Effects on the Children Left Behind: Evidence from the Philippines // World Development, Elsevier. Vol. 65. 2015. – P 62-78.
4. Beine M., Docquier F., Schiff M. International migration, transfer of norms and home country fertility // Canadian Journal of Economics. Vol. 46. 2013, №4. – P 1406-1430.
5. Губанов Д. А., Новиков Д. А., Чхартушвили А. Г. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства – 3-е изд., перераб. и до-полн. – М.: МЦНМО, 2018. – 228 с.
6. Козицин И. В. Обобщение модели Краснощекова на случай разложимой матрицы социальных связей // Математическое моделирование. – 2017. – Т. 29. – №. 12. – С. 3-15.
7. Белолипецкий А. А., Козицин И. В. Динамический вариант математической модели коллективного поведения // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. – 2017. – №. 3. – С. 47-58.
8. Дмитриев М.Г., Петров А.П., Прончева О.Г. Моделирование экономического роста с учетом миграционных потоков // Труды Института системного анализа РАН. 2019. №2. С. 17-27.
9. Mello M. Skilled Labor, Unskilled Labor, and Economic Growth // Economics Letters. Vol. 100. 2008, №3. – P. 428-431.