

## ПРОГРАММНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МИГРАЦИОННОГО ДВИЖЕНИЯ И ЕГО ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ<sup>1</sup>

А. В. Васильева, Д. С. Быков, А. А. Тарасьев

*Изменения миграционного законодательства Российской Федерации в 2007 г. актуализировали необходимость прогнозирования миграционных процессов между странами с безвизовым режимом для определения дальнейшей миграционной политики России. На решение обозначенной проблемы направлена предлагаемая компьютерная программа, позволяющая прогнозировать движение миграционных потоков между странами СНГ и регионами Российской Федерации и оценить степень их влияния на развитие рынка труда принимающих регионов. В основу представленной программы заложены динамические модели прогнозирования трудовой миграции. Полученные при использовании данной программы результаты позволяют выработать рекомендации и решения по управлению миграционными потоками, необходимые для стабилизации экономической ситуации в принимающих регионах и оптимизации рынка труда.*

### Введение

Современный период характеризуется постоянным увеличением мобильности населения. Межгосударственная и межрегиональная трудовая миграция, подразумевающая вынужденное или добровольное перемещение рабочей силы через государственные и региональные границы, становится широко распространенным явлением. Движение рабочей силы между рынками труда разных стран основывается на разности потенциалов национальных экономик. Трудовая миграция в Россию из стран СНГ объясняется существенной разницей в демографическом и экономическом развитии и уровне жизни. При этом трудовая миграция устремляется в страны, характеризующиеся более высоким уровнем экономических свобод, привлекательностью институциональной среды для ведения предпринимательской деятельности и, что наиболее актуально для трудовых мигрантов, возможностью трудоустройства в официальном секторе экономики, то есть в государствах с более низким уровнем теневой экономики [3]. Данный тезис подтверждается наблюдаемым после либерализации миграционного законодательства в 2007 г. ростом учтенной трудовой миграции в Россию.

При увеличении объема миграционных потоков повышается вероятность того, что возрастание численности вновь прибывших мигрантов приведет к высокой конкуренции на региональных рынках труда, в результате чего снизится вероятность трудоустройства местных жителей и проявится негативное воздействие миграционных процессов на уровень за-

работной платы региональных рынков труда. Социально-демографическая ситуация, сложившаяся в России, требует пересмотра роли трудовой миграции в региональном развитии. Миграционные процессы оказывают существенное влияние на качество жизни населения и экономическую ситуацию в регионах России.

В сложившейся ситуации необходимо повысить эффективность миграционной политики России, в основу которой, по-нашему мнению, должны быть положены научно обоснованные прогнозы миграционных потоков. Для оптимизации построения таких прогнозов предлагается разработанная авторским коллективом компьютерная программа моделирования миграционного движения и его экономических эффектов, позволяющая быстро и эффективно моделировать и прогнозировать миграционное движение между странами СНГ и регионами Российской Федерации, а также его влияние на развитие рынка труда. При разработке данной программы учитывались следующие критерии:

- специфика регионов (регионы, участвующие в миграции, различаются по уровню жизни, доходам населения, степени развитости рынка труда);
- универсальность (программа позволяет построить прогноз миграционных процессов между выбранными пользователем странами СНГ и регионами РФ);
- простота и удобство в оперировании программным продуктом (упрощен выбор начальных показателей и индексов, необходимых пользователю, автоматизировано управление данными, оптимизирован процесс калибровки).

В основе комплекса лежит динамическая модель прогнозирования трудовой миграции [8, 10], предназначенная для построения прогно-

<sup>1</sup> Исследование проводилось при финансовой поддержке РГНФ, грант № 12-32-01201a2 «Моделирование внутренних и внешних миграционных потоков в регионах России: факторы влияния и оптимизация развития».

зов миграционных потоков, обусловленных разницей уровня заработной платы, расстоянием и численностью населения в странах отправления и регионах назначения. Выбор факторов притяжения, используемых в модели, основан на результатах проведенного корреляционного анализа показателей миграции и потенциальных факторов притяжения, в том числе характеризующих уровень урбанизации, экономическое развитие, доходы и расходы населения, рынок труда, географически-климатическую привлекательность региона назначения. Полученные результаты корреляционного анализа подтвердили положения теории человеческого капитала о том, что при выборе региона назначения мигранты оценивают потенциальные доходы и возможности трудоустройства.

**Математическая модель прогнозирования.** Разработанная компьютерная программа моделирования миграционного движения и его экономических эффектов основана на базе динамических моделей трудовой миграции [2-3].

Динамическая модель прогнозирования трудовой миграции предполагает, что каждый участник миграционного процесса будет принимать решение о перемещении из страны отправления  $i$  в регион притяжения  $j$ , основываясь на сравнении уровней заработной платы в регионах отправления и притяжения ( $w_i$  и  $w_j$  соответственно). Таким образом, решение о миграции будет принято в случае, если разница между заработком в стране происхождения и регионе назначения мигранта будет положительной, то есть  $w_j - w_i > 0$ . В модели рассматривается  $n$  регионов притяжения и  $m$  стран отправления мигрантов и предполагается устранение всех препятствий для мобильности рабочей силы в соответствии с основной концепцией либеральной модели развития. В процессе моделирования предполагалось, что на зарплату в стране отправления  $w_i$  будет влиять численность трудовых мигрантов из страны отправления  $i$ , находящихся в  $n$  регионах притяжения, а зарплата в регионе притяжения  $w_j$  будет зависеть от численности трудовых мигрантов из  $m$  стран отправления, находящихся в регионе притяжения  $j$ .

Соответственно, принятие индивидом решения о переезде в другой регион или страну будет представлено в следующем виде:

1)  $w_j(t_p) - w_i(t_p) > 0$  — решение о миграции из страны  $i$  в регион  $j$  будет положительным;

2)  $w_j(t_p) - w_i(t_p) < 0$  — будет принято решение о возвращении мигранта в страну  $i$  или выборе другого региона РФ  $k \neq j$ , для которого выполняется условие  $w_k(t_p) - w_i(t_p) > 0$ .

При выборе региона назначения каждый участник миграционного процесса кроме максимизации ожидаемого дохода будет стремиться минимизировать свои расходы, в том числе прямые издержки переезда. Таким образом, при условии, что распределение ожидаемых доходов во всех регионах одинаково и основные критерии, которыми человек руководствуется при выборе региона для переезда, дублируются, из множества потенциальных регионов для миграции  $n$  индивид выберет тот регион, затраты на переезд в который будут минимальны. Существенное влияние на принятие индивидом решения о миграции также оказывают миграционные сети. Поскольку существует прямая зависимость между развитием данных сетей и численностью мигрантов в конкретном регионе, воздействие миграционных сетей отражено в модели с помощью показателя  $x_{ij}(t_p)$ .

С учетом изложенных выше основных критериев было разработано динамическое уравнение, описывающее процесс миграции из страны отправления  $i$  в регион притяжения  $j$  в момент времени  $t$  (1):

$$x_{ij}(t_{p+1}) = x_{ij}(t_p) + \Delta\alpha_j x_{ij}(t_p) (M_i - x_i(t_p))(w_j(t_p) - w_i(t_p)),$$

$$i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n, \quad (1)$$

где  $\alpha_j$  — калибровочный коэффициент для региона  $j$ .

Помимо ядра, представленного в виде основного уравнения, программа содержит несколько вариаций функций, описывающих заработные платы и уровень безработицы.

Первый вариант построения прогноза заключается в разработке функции заработной платы в рамках неоклассической экономической теории. Прогнозирование заработной платы в регионе притяжения  $j$  при  $x_j(t)$  в момент времени  $t$  производится в соответствии с уравнением (2):

$$w_j(x_j(t_p)) = w_j(t_0) \frac{E_j(t_0) + V_j(t_0)}{E_j(t_0) + U_j(t_0) + x_j(t_p)}, \quad (2)$$

где  $w_j(t_0)$  — средняя заработная плата мигрантов в регионе притяжения  $j$  в момент времени  $t_0$ ;  $E_j(t_0)$  — численность занятых в регионе притяжения  $j$  в момент времени  $t_0$ ;  $V_j(t_0)$  — число вакансий в регионе притяжения  $j$  в момент времени  $t_0$ ;  $U_j(t_0)$  — численность безработных в регионе притяжения  $j$  в момент времени  $t_0$ ;  $x_j(t_p) = \sum_{i=1}^m x_{ij}(t_p)$  — численность трудовых ми-

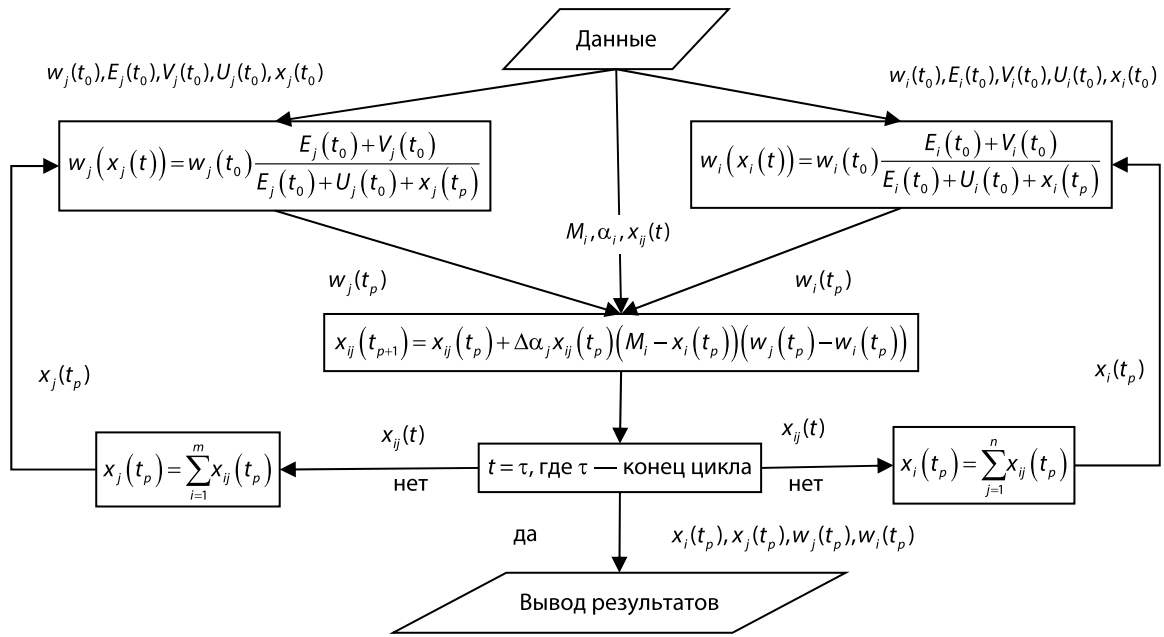


Рис. 1. Блок-схема прогнозирования миграционного движения и его экономических эффектов в рамках неоклассической экономической теории

грантов из  $m$  стран отправления, находящихся в регионе притяжения  $j$ .

Прогнозирование заработной платы в стране происхождения  $i$  при  $x_i(t_p)$  в момент времени  $t$  производится в соответствии с функцией (3):

$$w_i(x_i(t_p)) = w_i(t_0) \frac{E_i(t_0) + V_i(t_0)}{E_i(t_0) + U_i(t_0) + x_i(t_p)}, \quad (3)$$

где  $w_i(t_0)$  — средняя заработная плата в стране происхождения  $i$  в момент времени  $t_0$ ;  $E_i(t_0)$  — численность занятых в стране происхождения  $i$  в момент времени  $t_0$ ;  $V_i(t_0)$  — число вакансий в стране происхождения  $i$  в момент времени  $t_0$ ;  $U_i(t_0)$  — численность безработных в стране происхождения в момент времени  $t_0$ ;  $x_i(t_p) = \sum_{j=1}^n x_{ij}(t_p)$  — численность трудовых мигрантов из страны происхождения  $i$ , находящихся в  $n$  регионах притяжения.

Алгоритм применения динамического уравнения миграционного движения (1) и разработанных в рамках неоклассической экономической теории функций заработной платы (2-3) при прогнозировании миграционного движения и его экономических эффектов представлен на рисунке 1. Результатом реализации данного алгоритма являются прогнозные траектории и выведенные в таблице и на диаграммы значения показателей  $x_i(t_p)$ ,  $x_j(t_p)$ ,  $w_i(t_p)$ ,  $w_j(t_p)$ .

Необходимо отметить, что функции заработной платы, используемые при прогнозировании миграционного движения и его эко-

номических эффектов в рамках неоклассической экономической теории (2-3), основаны на допущении, что вероятность трудоустройства равна числу рабочих мест, приходящихся на одного работника, без учета «трений», с которыми потенциальные работники и фирмы сталкиваются в процессе поиска друг друга. Кроме того, не учитывается влияние рыночной власти работодателей на заработную плату

Учет поисковых «трений» и рыночной власти работодателя был осуществлен во втором варианте построения прогноза при разработке функций заработной платы и численности безработных трудовых мигрантов в рамках модели поиска и подбора соответствий [12]. Прогнозирование изменения численности безработных трудовых мигрантов в регионе притяжения  $j$  будет производиться в соответствии с уравнением (4):

$$UM_j(t_{p+1}) = UM_j(t_p) + b_j(x_j(t_p) - UM_j(t_p)) - \Phi(UM_j(t_p), V_j(t_0)), \quad (4)$$

где  $b_j$  — скорость ликвидации рабочего места в регионе притяжения  $j$ ;  $x_j(t_p) = \sum_{i=1}^m x_{ij}(t_p)$  — численность трудовых мигрантов из  $m$  стран отправления, находящихся в регионе притяжения  $j$ ;  $UM_j(t_p)$  — численность безработных трудовых мигрантов в регионе притяжения  $j$  при  $x_j(t_p)$  в момент времени  $t$ ;  $\Phi(UM_j(t_p), V_j(t_0))$  — число трудоустройств мигрантов в регионе притяжения  $j$  за месяц на момент времени  $t$ , которое будет определяться по формуле (5):

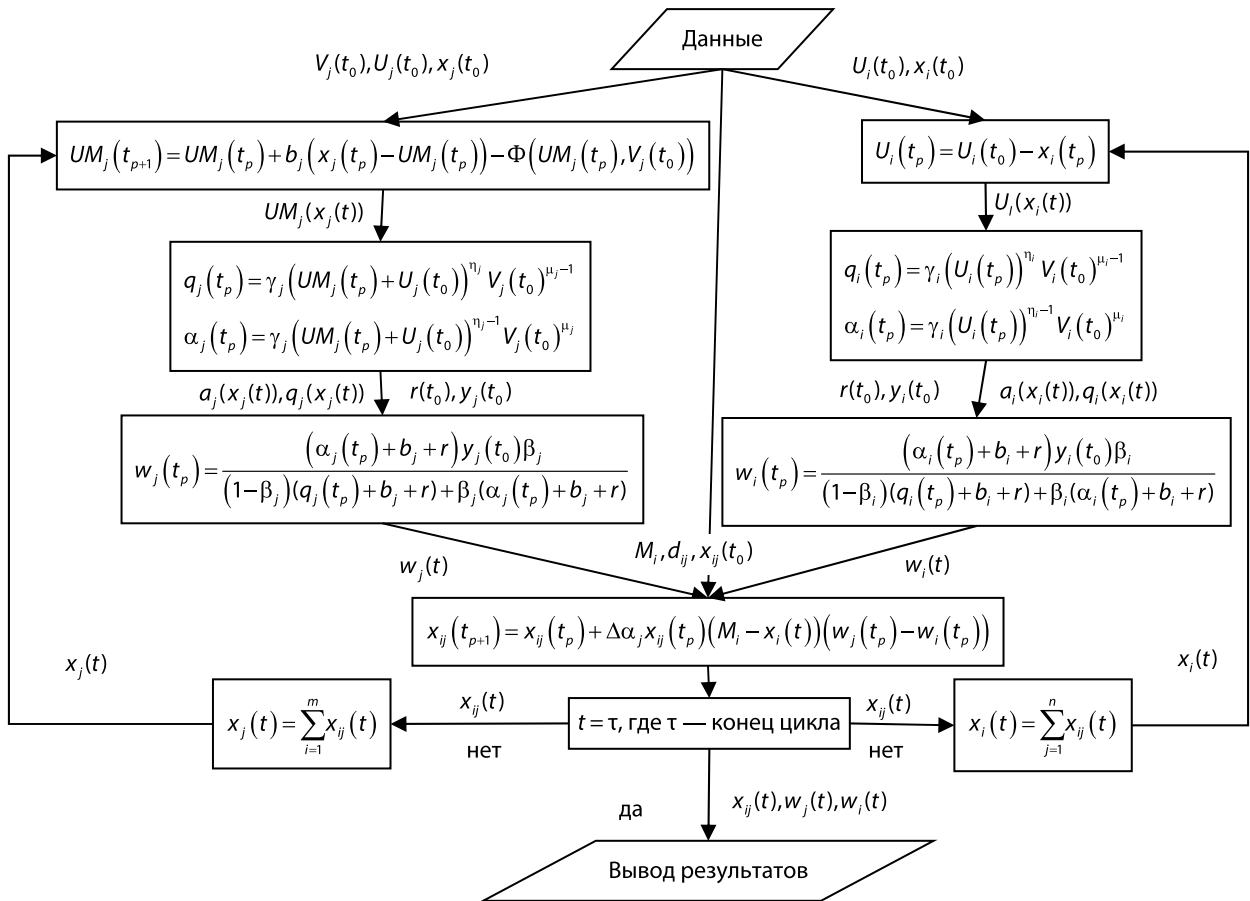


Рис. 2. Блок-схема прогнозирования миграционного движения и его экономических эффектов в рамках модели поиска и подбора соответствий

$$\Phi(UM_j(t_p), V_j(t_0)) = \gamma_j (UM_j(t_p) + U_j(t_0))^{\eta_j} \times V_j(t_0)^{\mu_j} \frac{UM_j(t_p)}{UM_j(t_p) + U_j(t_0)}, \quad (5)$$

где  $\gamma_j$  — параметр эффективности технологии поиска и подбора соответствий в регионе притяжения  $j$ ,  $\gamma_j > 0$ ;  $\eta_j$  — коэффициент эластичности по безработным в регионе притяжения  $j$ ,  $0 \leq \eta_j \leq 1$ ;  $\mu_j$  — коэффициент эластичности по вакансиям в регионе притяжения  $j$ ,  $0 \leq \mu_j \leq 1$ ;  $UM_j(t_p)$  — численность безработных трудовых мигрантов в регионе притяжения  $j$  при  $x_j(t_p)$  в момент времени  $t$ ;  $U_j(t_0)$  — численность безработных в регионе притяжения  $j$  в момент времени  $t_0$ ;  $V_j(t_0)$  — число вакансий в регионе притяжения  $j$  в момент времени  $t_0$ .

Скорость, с которой безработные находят работу в регионе притяжения  $j$ , будет определяться по формуле (6):

$$\alpha_j(t_p) = \gamma_j (UM_j(t_p) + U_j(t_0))^{\eta_j - 1} V_j(t_0)^{\mu_j}. \quad (6)$$

Скорость, с которой заполняются вакансии в регионе притяжения  $j$ , будет определяться по формуле (7):

$$q_j(t_p) = \gamma_j (UM_j(t_p) + U_j(t_0))^{\eta_j} V_j(t_0)^{\mu_j - 1}, \quad (7)$$

Прогнозирование заработной платы в регионе притяжения  $j$  в момент времени  $t$  производится при подстановке найденных значений  $\alpha_j(t_p)$  и  $q_j(t_p)$  в уравнение (8):

$$w_j(t_p) = \frac{(\alpha_j(t_p) + b_j + r(t_0))y_j(t_0)\beta_j}{(1 - \beta_j)(q_j(t_p) + b_j + r(t_0)) + \beta_j(\alpha_j(t_p) + b_j + r(t_0))}, \quad (8)$$

где  $b_j$  — скорость ликвидации рабочего места в регионе притяжения  $j$ ;  $r(t_0)$  — ставка процента в момент времени  $t_0$ ;  $y_j(t_0)$  — объем выпуска работника за единицу времени в регионе притяжения  $j$  на момент времени  $t_0$ ;  $\beta_j$  — мера относительной переговорной силы работника в регионе притяжения  $j$ .

Численность безработных в стране происхождения  $i$  в момент времени  $t$  будет определяться по формуле (9):

$$U_i(t_p) = U_i(t_0) - x_i(t_p), \quad (9)$$

где  $U_i(t_0)$  — численность безработных в стране происхождения  $i$  в момент времени  $t_0$ ;  $x_i(t_p) = \sum_{j=1}^n x_{ij}(t_p)$  — численность трудовых ми-

грантов из страны происхождения  $i$ , находящихся в  $n$  регионах притяжения.

Скорость, с которой безработные находят работу в стране происхождения  $i$ , определяется по формуле (10):

$$\alpha_i(t_p) = \gamma_i (U_i(t_p))^{\eta_i - 1} V_i(t_0)^{\mu_i}, \quad (10)$$

где  $V_i(t_0)$  — число вакансий в стране происхождения  $i$  в момент времени  $t_0$ ,  $\gamma_i$  — параметр эффективности технологии поиска и подбора соответствий в стране происхождения  $i$ ,  $\gamma_i > 0$ ;  $\eta_i$  — коэффициент эластичности по безработным

в стране происхождения  $i$ ,  $0 \leq \eta_i \leq 1$ ;  $\mu_i$  — коэффициент эластичности по вакансиям в стране происхождения  $i$ ,  $0 \leq \mu_i \leq 1$ .

Скорость, с которой заполняются вакансии в стране происхождения  $i$ , определяется по формуле (11):

$$q_i(t_p) = \gamma_i (U_i(t_p))^{\eta_i} V_i(t_0)^{\mu_i - 1}. \quad (11)$$

Прогнозирование заработной платы в стране происхождения  $i$  в момент времени  $t$  производится при подстановке найденных значений  $\alpha_i(t_p)$  и  $q_i(t_p)$  в уравнение (12):

Таблица

Исходные показатели и их источники

Обозначение в модели	Название показателя в статистической отчетности	Источник данных
$d_{ij}$	расстояние между городами (км)	[1]
$M_i$	процент опрошенных граждан из стран СНГ, желающих мигрировать с целью временного трудоустройства*	[11]
<i>для субъектов РФ</i>		
$x_j(t)$	численность иностранных граждан, осуществляющих трудовую деятельность в субъектах РФ (чел.)	[9, с. 305-307]
$E_j(t)$	численность занятых в экономике (тыс. чел.)	[9, с. 41-54]
$V_j(t)$	динамика числа свободных рабочих мест (вакансий), заявленных предприятиями в службы занятости, в целом по России (тыс. чел.)	[4, с. 150]
	потребность в работниках для замещения вакантных рабочих мест по субъектам РФ (тыс. чел.)	[9, с. 294-296]
$U_j(t)$	численность безработных, зарегистрированных в государственных службах занятости в целом по России (тыс. чел.)	[4, с. 147]
	численность безработных по субъектам РФ (тыс. чел.)	[9, с. 41-54]
$w_j(t)$	среднемесячная номинальная начисленная заработная плата (руб.)	[9, с. 410-411]
$\Phi_j(t)$	трудоустроено незанятых граждан службами занятости за год в целом по России (тыс. чел.)	[4, с. 150]
	принято работников по субъектам РФ (тыс. чел.)	[9, с. 284-286]
$r(t)$	ставка рефинансирования Центрального банка Российской Федерации (%)	[7]
$Y_j(t)$	Валовой внутренний продукт (млрд руб.)	[5, с. 32]
	Валовой региональный продукт (млн руб.)	[6, с. 20-23]
<i>для стран СНГ</i>		
$x_i(t)$	численность иностранных граждан, осуществляющих трудовую деятельность в субъектах РФ (чел.)	[9, с. 305-307]
$E_i(t)$	численность занятого населения (тыс. чел.)	[4, с. 131-132]
$V_i(t)$	динамика числа свободных рабочих мест (вакансий), заявленных предприятиями в службы занятости (тыс. чел.)	[4, с. 150]
$U_i(t)$	численность безработных, зарегистрированных в государственных службах занятости (тыс. чел.)	[4, с. 147]
$w_i(t)$	среднемесячная номинальная заработная плата в экономике (руб.)	[4, с. 163-164]
$\Phi_i(t)$	трудоустроено незанятых граждан службами занятости за год (тыс. чел.)	[4, с. 150]
$Y_i(t)$	Валовый внутренний продукт по среднегодовым курсам национальных валют к российскому рублю (млрд рос. руб.)	[3, с. 29]

\* Для определения численности потенциальных мигрантов в стране отправления данное значение умножается на численность ее экономически активного населения, которое составляет  $E_i(t) + U_i(t)$ .



$$w_i(t_p) = \frac{(\alpha_i(t_p) + b_i + r(t_0))y_i(t_0)\beta_i}{(1 - \beta_i)(q_i(t_p) + b_i + r(t_0)) + \beta_i(\alpha_i(t_p) + b_i + r(t_0))}, \quad (12)$$

где  $b_i$  — скорость ликвидации рабочего места в стране происхождения  $i$ ;  $r(t_0)$  — ставка процента в момент времени  $t_0$ ;  $y_i(t_0)$  — объем выпуска работника за единицу времени в стране происхождения  $i$  на момент времени  $t_0$ ;  $\beta_i$  — мера относительной переговорной силы работника в стране происхождения  $i$ .

Алгоритм применения динамического уравнения миграционного движения (1) и разработанных в рамках модели поиска и подбора соответствий функций заработной платы (4-12) при прогнозировании миграционного движения и его экономических эффектов в рамках модели поиска и подбора соответствий представлен на рисунке 2. Результатом реализации алгоритма является прогноз  $UM_j(t_p)$ ,  $U_i(t_p)$ ,  $x_{ij}(t_p)$ ,  $x_i(t_p)$ ,  $x_j(t_p)$ ,  $w_i(t_p)$ ,  $w_j(t_p)$ .

**Данные.** Для реализации расчетов и построения прогноза в соответствии с динамической моделью прогнозирования трудовой миграции программа использует массив входных данных, состав которых и их источники приведены в таблице.

**Функциональные характеристики.** Программа предназначена для моделирования и прогнозирования миграционных процессов, происходящих между странами СНГ и регионами Российской Федерации. Результаты моделирования используются для проведения анализа миграционной ситуации в российских регионах и оценки их влияния на развитие регионального рынка труда. В связи с тем, что прогнозирование проводится с использованием большого массива данных, важной особенностью представленного программного продукта является автоматизация запроса начальных данных, необходимых для построения прогноза. Программа автоматически загружает необходимые для моделирования статистические данные из баз данных, сформированных в формате Microsoft Excel.

Данный программный продукт характеризуется удобством импорта данных и их калибровки, также необходимо отметить широкий выбор сервисов для представления рассчитанных показателей, в том числе присутствует возможность выводить конечный результат в виде таблиц рассчитанных данных, графиков с прогнозными траекториями, диаграмм и гистограмм, карты субъектов Российской Федерации с автоматическим масштабированием. Программу характеризует высокая скорость обмена данными со статистическими ба-

зами, удобство проведения расчетов, формирования таблиц с результатами, наглядность представления результатов в виде карты РФ и диаграмм.

Требования к составу и параметрам технических средств:

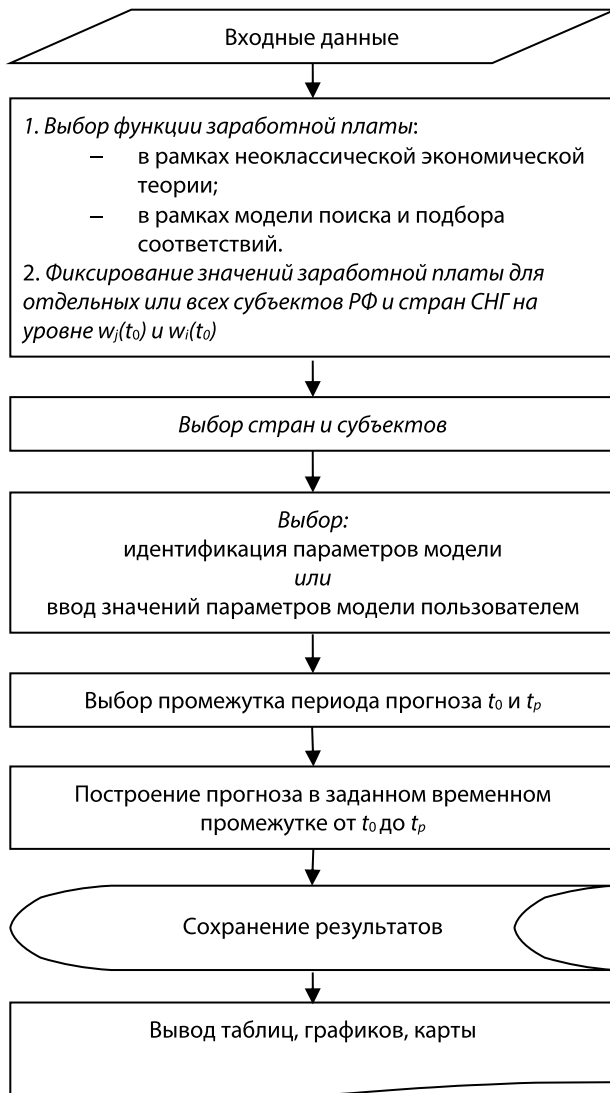
- операционная система Windows XP/Vista/7/8 (32 или 64 бита);
- частота центрального процессора не менее 1 ГГц;
- оперативная память 512 Мб;
- 1,4 Гб свободного пространства на жестком диске.

Технические параметры программы:

- интерфейс программы построен на основе JavaScript;
- использование баз данных, представленных в Microsoft Excel;
- экспорт и импорт статистических данных осуществляется на базе Java;
- обработка результатов расчетов производится на основе Java Script;
- наряду с возможностью представления полученных результатов в табличном и графическом формате в самой программе существует возможность экспорта результатов;
- возможна визуализация результатов моделирования на карте РФ как в самой программе, так и с возможностью экспорта в приложения Microsoft Office;
- наличие конфигуратора, позволяющего редактировать и дополнять по мере необходимости базы данных, используемые программой, непосредственно составлять или заменять блоки управляющих процессом моделирования функций, расширять ее возможности по автоматизации ввода данных, их обработке и визуализации результатов.

Блок-схема, отражающая основные этапы работы программного цикла, представлена на рисунке 3. Данная программа состоит из блока данных, блока расчета прогнозной ситуации и блока анализа и визуализации результатов. Блок данных представляет собой базу статистических данных, представленную в формате Microsoft Excel. Блок расчета прогнозной ситуации содержит методы обработки исходных данных, включая калибровку и моделирование. Статистические данные используются при расчете калибровочных коэффициентов и построении прогнозных траекторий. Блок анализа и визуализации результатов используется для графического и табличного вывода результатов моделирования и их последующего анализа.

**Применение программы.** Компьютерная программа моделирования миграционного



**Рис. 3.** Блок-схема компьютерной программы моделирования миграционного движения и его экономических эффектов

движения и его экономических эффектов позволяет пользователю проводить расчеты по двум типам функций заработной платы: первый тип функций разработан в рамках неоклассической экономической теории, второй — в рамках модели поиска и подбора соответствий. Необходимо отметить, что применение функций заработной платы, разработанных в рамках неоклассической экономической теории, предполагает совершенную конкуренцию на рынке труда, что не выполняется на практике [2], поэтому их применение допускается только при проведении экспресс-расчетов или при отсутствии необходимых данных для проведения расчетов по модели поиска и подбора соответствий.

Для удобства пользователя упрощен выбор начальных показателей и индексов, необхо-

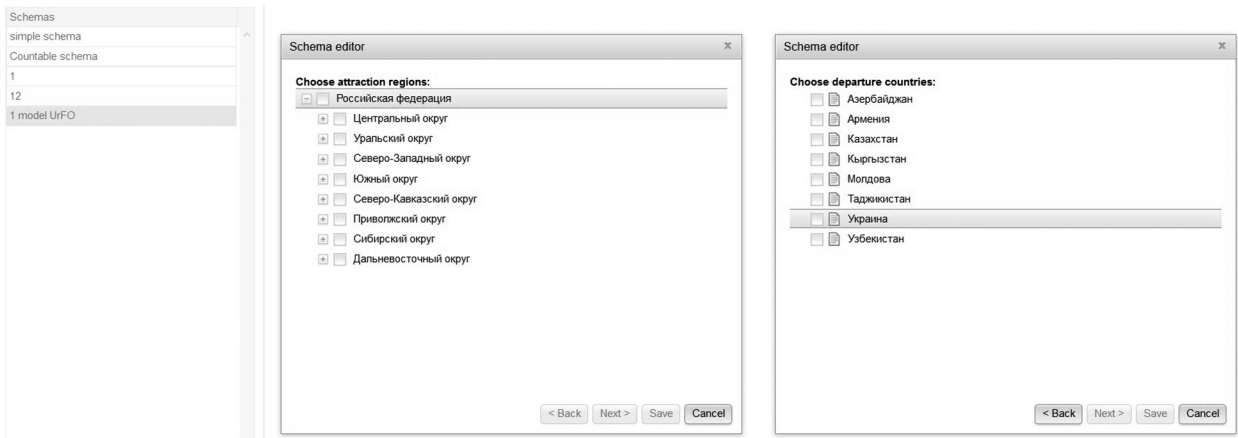
димых при моделировании и проведена автоматизация управления данными и оптимизация процесса калибровки. На первом этапе работы с программой пользователь задает начальные данные, которые в дальнейшем будут использованы при построении прогноза. В программе представлена возможность интерактивного выбора регионов и стран, по которым требуется произвести расчеты и построить прогноз (рис. 4). Таким образом, пользователю представляется возможность рассчитать динамику миграционных процессов как между одним регионом притяжения и одной страной отправления мигрантов, так и между группой стран СНГ и регионов РФ, задействованных в процессе перераспределения рабочей силы.

В программе предусмотрена возможность калибровки и апробации модели на основе статистических данных с 2000 по 2012 гг. индивидуально для каждого типа встроенных в программу функций. На первом этапе производится апробация модели на основе исходных баз данных на выбранном пользователем временном промежутке. После апробации пользователь имеет возможность сравнить результаты моделирования миграционной ситуации со статистическими данными за идентичный промежуток времени, а в случае существенной дифференциации статистических данных и результатов моделирования — произвести корректировку калибровочных коэффициентов (рис. 5), что позволит добиться высокой точности при построении прогноза.

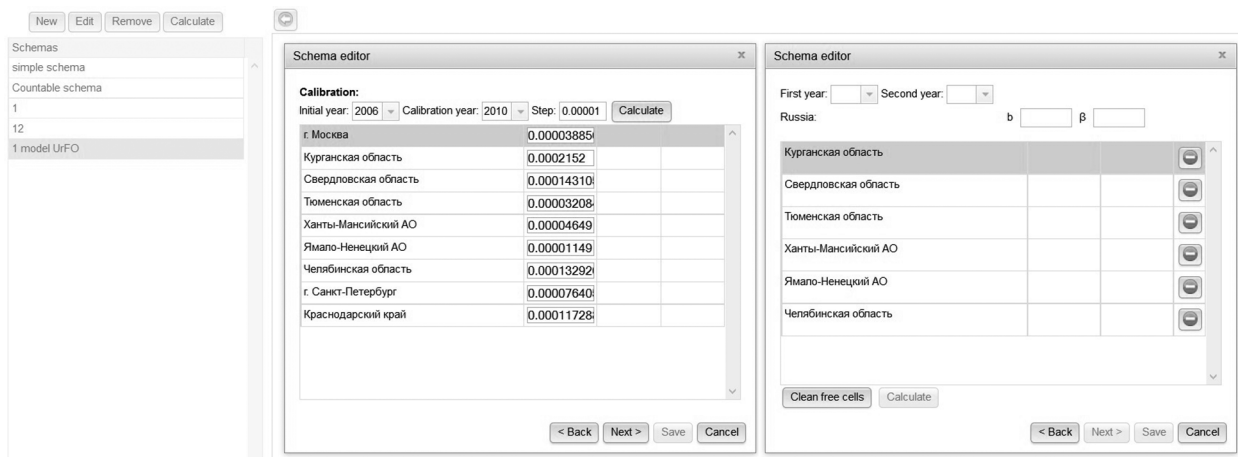
Интерфейс программного комплекса (рис. 6) обеспечивает возможность интерактивного оперирования результатами моделирования, пользователю предоставляется возможность вывода информации о миграционных процессах по интересующим его субъектам Российской Федерации и странам СНГ.

Представление результатов осуществляется в форме таблиц данных для стран СНГ и регионов Российской Федерации (рис. 7) по основным показателям, отображающим изменение миграционных потоков в абсолютных числах и в процентах, также отображается изменение состояния рынка труда с учетом основных показателей, в том числе уровня заработных плат и безработицы.

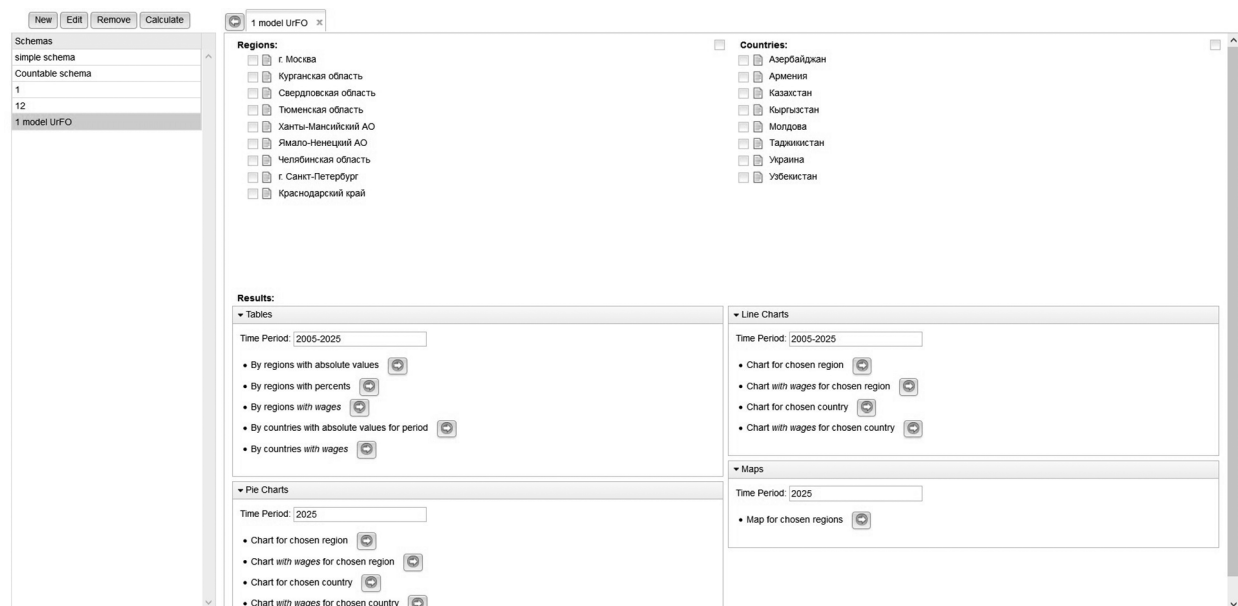
Вывод графических результатов осуществляется с помощью линейных графиков (рис. 8), позволяющих отразить динамику изменения выбранного пользователем показателя в течение десятилетнего периода времени. Построение данного типа графиков возможно



**Рис. 4.** Начальный ввод данных в компьютерной программе моделирования миграционного движения и его экономических эффектов



**Рис. 5.** Меню калибровки и апробации в компьютерной программе моделирования миграционного движения и его экономических эффектов



**Рис. 6.** Интерфейс компьютерной программы моделирования миграционного движения и его экономических эффектов



Regions	2015												2016											
	All	Арм	Арм	Кав	Кав	Мол	Тадж	Укр	Узб	Узб	Аб	Аб	Арм	Кав	Кав	Мол	Тадж	Укр	Узб					
г. Москва	383094.09	2429.15	3957.03	2091.09	9234.14	15523.45	12207.24	305104.19	31477.20	443721.35	3635.96	4294.82	2325.96	9594.90	16433.08	12695.10	358842.77	36305.95						
Кузнецкая область	3576.10	6.47	6.39	0.24	49.75	11.21	70.84	157.68	3273.71	4933.51	6.40	8.68	0.17	55.16	11.00	77.17	170.04	4474.28						
Северная область	91584.71	537.77	489.04	825.20	2749.26	422.12	8505.09	4278.73	73873.29	127385.01	594.63	495.29	591.04	3096.02	445.52	9425.39	4896.38	107798.74						
Томская область	82122.82	1473.57	781.02	10581.36	2000.94	1110.28	4779.84	50547.97	10440.85	83105.10	1522.17	806.83	14444.45	2142.76	1147.97	5029.58	55201.39	12878.94						
Ханты-Мансийский АО	66600.37	1248.57	498.80	18487.57	1699.68	524.31	4435.94	22037.40	10674.09	82819.12	1342.48	521.44	26883.06	1886.15	549.11	4786.72	24969.88	21820.26						
Рязань-Ненецкий АО	15344.91	157.84	163.21	418.92	217.54	385.99	287.30	13291.93	454.18	15920.89	161.37	165.35	457.03	222.51	370.89	272.52	13772.38	498.75						
Челябинская область	38372.88	451.99	250.44	231.78	829.58	272.17	3620.57	7561.77	23149.09	46006.28	465.58	281.16	230.81	907.85	283.95	3964.14	8393.00	32099.14						
г. Санкт-Петербург	181549.59	1450.87	752.12	1623.67	778.32	4792.14	7144.41	133558.11	31439.99	210150.14	1526.44	780.06	1723.24	811.63	5077.87	7487.20	169160.23	36802.87						
Краснодарский край	71402.50	786.98	3682.15	396.97	432.13	5178.24	2883.93	49688.95	8375.15	78874.48	796.48	3881.40	379.14	450.55	5440.76	3021.51	50042.32	9880.32						

Рис. 7. Вывод результатов в виде таблицы

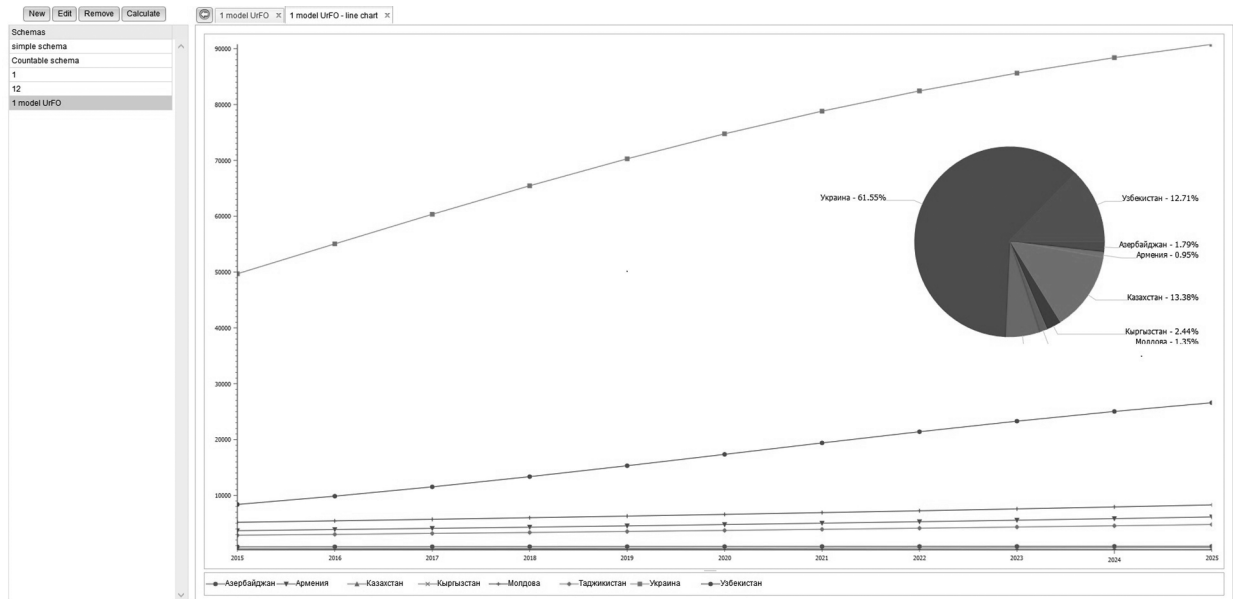


Рис. 8. Вывод результатов в виде линейного графика и круговых диаграмм

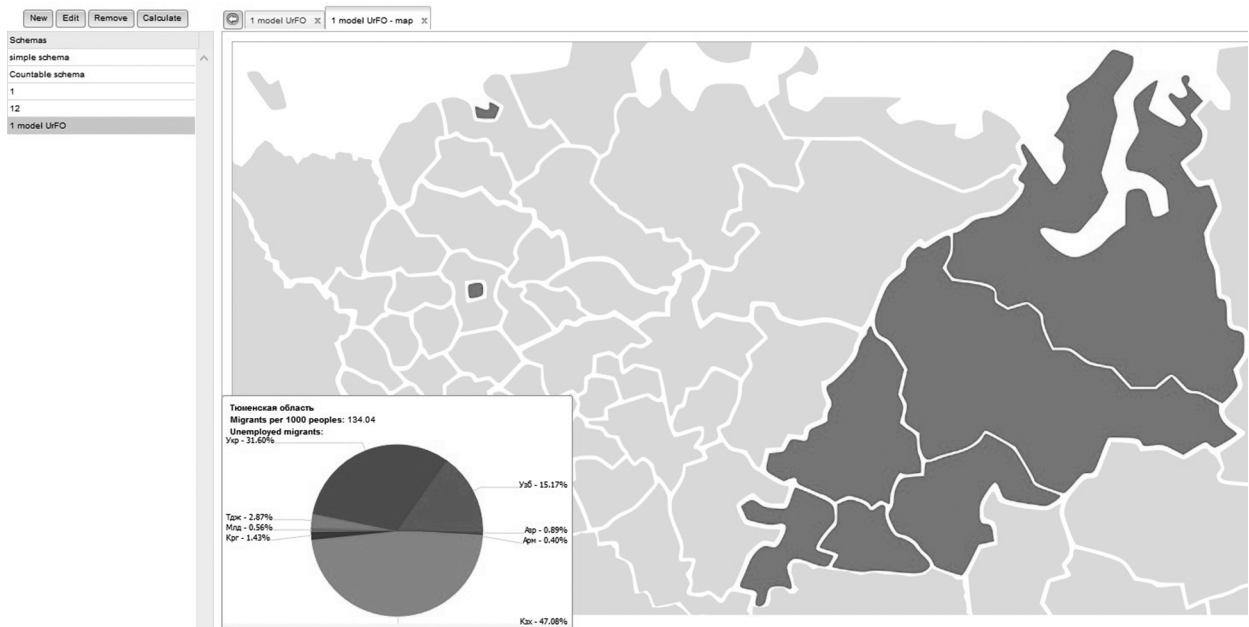


Рис. 9. Вывод результатов на карту Российской Федерации

для конкретного региона притяжения миграции или для отдельно выбранной страны исхода мигрантов.

Представление результатов прогнозирования возможно в виде круговых диаграмм, отображающих как распределение мигрантов из одной страны по выбранным субъек-

там Российской Федерации, так и национальный состав миграционной рабочей силы в выбранном пользователем регионе. Также предусмотрен вывод результатов моделирования на карту Российской Федерации (рис. 9) с отображением процентного соотношения числа трудовых мигрантов на 1000 чел. экономиче-

ски активного населения в пределах выбранных субъектов.

При работе с итоговыми результатами моделирования и последующим выводом информации как в виде карты Российской Федерации, так и в виде таблиц, графиков и диаграмм, включающих в себя спрогнозированные числовые значения выбранных пользователем показателей, имеется возможность интерактивного выбора регионов, стран и показателей, отображаемых в форме редактируемого списка. В целях обеспечения возможности адаптации программы под различные задачи и расчеты по вводимым в модель дополнительным показателям создан конфигуратор, упрощающий ввод и дополнение статистических баз данных, наименований вводимых показателей, расчетных формул и т. п. В итоговом отчете, формируемом по результатам моделирования, информация выводится в виде выбранных пользователем показателей, представленных в таблицах, диаграммах и карт. Результаты моделирования можно сохранить как в самой программе, так и в удобном для пользователя формате.

### Заключение

Разработанная компьютерная программа моделирования миграционного движения и его экономических эффектов предоставляет возможность наглядной демонстрации текущей миграционной ситуации в регионах РФ и прогнозирования изменения миграционных потоков и их влияния на развитие рынка труда принимающих регионов. Результаты моделирования движения иностранной рабочей силы выводятся в виде автоматически сформированных таблиц, графиков, содержащих прогнозные кривые миграционных потоков, диаграмм нескольких типов для всех прогнозируемых показателей, цветных карт Российской

Федерации с отображением процентного соотношения числа трудовых мигрантов на 1000 чел. экономически активного населения в пределах субъекта РФ. На карту наносится окраска по шкале, в которой интенсивность окрашивания меняется в соответствии с изменением процентного соотношения численности трудовых мигрантов и численности местного населения в регионах. Отображение региональной миграционной ситуации на карте реализуется следующим образом: на фоновую окраску, отражающую число трудовых мигрантов на 1000 чел. экономически активного населения, наносится штриховка, отражающая долю безработных среди них, в то же время строятся диаграммы, отражающие распределение мигрантов по странам их происхождения.

Программа обеспечивает удобное выполнение пользовательских запросов к базе данных, математический расчет в соответствии с исходным алгоритмом и последующий вывод результатов расчета в виде карт, графиков, диаграмм и таблиц. Результатом внедрения данного программного продукта станет значительное упрощение процесса анализа миграционных процессов и выработки решений, необходимых для снижения негативных последствий влияния миграции на рынок труда. Потенциальными потребителями разработки являются исполнительные органы власти субъектов РФ. Программный комплекс может использоваться для подготовки аналитических материалов по текущему и перспективному состоянию рынка труда субъектов РФ, также при определении потребности в привлечении иностранных работников и формировании квот на осуществление иностранными гражданами трудовой деятельности. Внедрение предлагаемого продукта позволит повысить эффективность использования иностранной рабочей силы в субъектах РФ.

### Список источников

1. Автомобильный портал грузоперевозок. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.avtodispatcher.ru/distance/> (дата обращения: 15.12.2012).
2. Васильева А. В., Тарасьев А. А. Оценка выпадающих налоговых поступлений в бюджеты субъектов Российской Федерации от нелегальной деятельности трудовых мигрантов. На примере Свердловской области // Уровень жизни населения регионов России. — 2013. — № 6. — С. 88-92.
3. Найдёнов А. С., Кривенко И. А. Влияние административных барьеров и институциональной среды на динамику теневого сектора экономики // Вестник Томского государственного университета. — 2013. — № 377. — С. 117-122.
4. Население, занятость и условия жизни в странах Содружества Независимых Государств. Статистический ежегодник / Межгосударственный статистический комитет СНГ. — М., 2011. — 382 с.
5. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2011: стат. сб. / Росстат. — М., 2011. — 990 с.
6. Содружество Независимых Государств в 2010 году. Статистический ежегодник / Межгосударственный статистический комитет СНГ. — М., 2011. — 592 с.

7. Ставка рефинансирования Центрального банка Российской Федерации // Банк России [Электронный ресурс]. URL: [http://www.cbr.ru/statistics/print.asp?file=credit\\_statistics/refinancing\\_rates.htm](http://www.cbr.ru/statistics/print.asp?file=credit_statistics/refinancing_rates.htm) (дата обращения: 15.02.2013).
8. *Тарасьев А. А.* Построение прогноза миграционных потоков в регионы России. // Экономика региона. — 2013. — № 2. — С. 192-199.
9. Труд и занятость в России. 2011: стат. сб. / Росстат. — М., 2011. — 637 с.
10. *Черешнев В. А., Васильева А. В.* Модельный комплекс прогнозирования взаимообусловленного развития миграционных процессов и рынка труда региона // Экономика региона. — 2013. — № 3. — С. 272-281.
11. 70 Million in CIS Would Migrate Temporarily for Work // Gallup. [Electronic resource]. URL: <http://www.gallup.com/poll/141746/Million-CIS-Migrate-Temporarily-Work-Study.aspxPI> (time access 20.07.2012).
12. *Pissarides C.* (2000): Equilibrium Unemployment Theory. MIT Press.

УДК 338.26:314.7:338.27

**Ключевые слова:** международная трудовая миграция, рынок труда, динамическое моделирование, миграционная политика, неоклассическая экономическая теория, модель поиска и подбора соответствий