

## **О ПОДХОДЕ К АНАЛИЗУ ИНТЕНСИВНОСТИ МИГРАЦИОННЫХ ПОТОКОВ НА ОСНОВЕ ГРАВИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ**

**Стебунова О.И., канд. экон. наук, доцент,  
Васянина В.И., канд. экон. наук, доцент  
Оренбургский государственный университет**

Происходящие в настоящее время процессы математизации экономики, науки и ряда других областей человеческой деятельности требуют подготовки квалифицированных специалистов, в совершенстве владеющих как методами математического моделирования, так и новейшими информационными технологиями в своей профессиональной деятельности. Проблемы, связанные с применением математических методов и моделей к решению экономических, управленческих и других задач, делают необходимым подготовку специалистов в области прикладной математики, которую осуществляют многие высшие учебные заведения страны, в том числе и Оренбургский государственный университет. В связи с этим актуальными становятся вопросы повышения эффективности математической подготовки в вузах на основе современного (продвинутого) математического инструментария в исследованиях экономических процессов и явлений.

Миграционные процессы, являясь важнейшей составной частью межнациональных отношений как внутри страны, региона, так и с другими странами, оказывают влияние на все стороны жизни населения. Особенности миграционных процессов определяют специфику научных и методологических подходов к исследованиям основных тенденций миграционного движения. Данные аспекты рассматриваются в рамках модуля «Эконометрическое моделирование социально-экономических процессов» для направлений подготовки 38.04.01 «Экономика» и 38.03.05 «Бизнес-информатика».

Важным моментом при изучении миграции населения являются межтерриториальные различия субъектов РФ по экономическому, демографическому и социальному развитию. Математический анализ внешней миграции должен проводиться на основе комплексного исследования, что позволяет иметь полное представление о реальном состоянии миграционной ситуации в регионе и перспективах ее дальнейшего развития.

Преимущественно широкое использование в исследованиях интенсивности миграционных процессов получили модели регрессии, применяемые для математического описания и прогнозирования показателей миграционного движения. Одними из первых были разработаны регрессионные модели миграции, опирающиеся на предпосылку о том, что миграция порождается плохими условиями занятости и направляется в регионы с высокой занятостью и низким уровнем безработицы. Однако данная гипотеза не учитывает влияние на миграционные потоки ряд других факторов, обуславливающих экономический потенциал региона [1,2]. Также были попытки связать объемы миграционных потоков в регион непосредственно с

экономической привлекательностью этого региона: чем больше число прибывших в регион, тем меньше число выбывших, следовательно, положительное сальдо миграции [3]. В работе [4] проведено исследование многоликости факторов, которые оказывали влияние на движение рабочей силы между странами. Показано, что между объемом миграционного потока из района и экономическими характеристиками этого района не существует зависимости. Миграция человеческих ресурсов определялась соотношением уровней безработицы во взаимодействующих странах (или регионах), пропорцией соответствующих ставок заработной платы и географической определенностью стран (регионов). Вместе с тем, в построенных моделях не учтены диспропорции миграционной активности в экономически развивающихся и депрессивных регионах, причем как по прибытию, так и по выбытию.

Несмотря на большое количество научных, теоретико-методологических аспектов в области исследований миграционного движения, следует отметить, что открытым остается вопрос анализа и моделирования интенсивности миграционных потоков с учетом территориального (пространственного) взаимодействия объектов размещения мигрантов. Данные обстоятельства способствуют совершенствованию направлений эконометрического моделирования показателей миграционного движения населения как в стране, так и в регионе. В статье рассматривается подход к оценке влияния различных индикаторов социально-экономического потенциала региона на миграционную интенсивность потоков населения с учетом взаимной близости объектов наблюдения.

Основной эконометрический метод анализа межрегиональных миграционных потоков заключается в применении гравитационных моделей. Они получили свое название из-за аналогии с законом гравитации в физике: в 1941 американский астроном Дж. Стюарт сформулировал закон пространственного взаимодействия, согласно которому «демографическая сила притяжения» между регионами прямо пропорциональна населению в регионе выбытия и обратно пропорциональна квадрату расстояния между регионами. В дальнейшем эту теорию часто пытались модифицировать. Так, например, предлагается использовать различные степени для показателей размеров регионов прибытия и регионов выбытия, а также варьируется степени при расстоянии между регионами. В общем виде гравитационная модель представляется следующим образом:

$$M_{ij} = A \cdot \frac{N_i \cdot N_j}{D_{ij}}, \quad (1)$$

где  $M_{ij}$  – величина миграционного потока из региона  $i$  в регион  $j$ ,

$N_i, N_j$  – размер регионов  $i$  и  $j$  соответственно,

$D_{ij}$  – расстояние между регионами  $i$  и  $j$ ,

$A$  – постоянная [5].

Учитывая, что миграционные потоки зависят не только от факторов, включенных в модель (1), гравитационная модель может быть расширена добавлением дополнительных характеристик регионов. Использование панельных данных позволяет учесть индивидуальный эффект – результат воздействия всех факторов (даже не включенных явным образом в модель), влияние которых на миграционный поток остается неизменным в течение анализируемого периода времени. Так как географическое расположение регионов постоянно, то влияние, которое оказывает на миграцию расстояние регионов, является частью индивидуального эффекта. В качестве основной эконометрической модели предлагается использовать модель вида (2):

$$\ln M_{i,j,t} = \alpha_{i,j} + \gamma' Y_{i,t-1} + \delta' Y_{j,t-1} + \varepsilon_{i,j,t}, \quad (2)$$

где  $M_{i,j,t}$  – величина миграционного потока из страны  $i$  в страну  $j$  в году  $t$ ;

$Y_{i,t-1}$  – вектор характеристик страны  $i$  (страны выбытия) в момент времени  $t-1$ ;

$Y_{j,t-1}$  – вектор характеристик страны прибытия в момент времени  $t-1$ ;

$\alpha_{i,j}$  – свободный член уравнения регрессии, отличающийся для разных пар стран  $i$  и  $j$  (т.е. включающий в себя индивидуальный эффект пар стран);

$\gamma, \delta$  – векторы коэффициентов при объясняющих переменных, в качестве которых выступают характеристики стран прибытия и выбытия таких как: население; рынок труда и уровень жизни населения; обеспеченность жильем; качество жизни населения [5].

Регрессоры в модели (2) рекомендуется использовать в предшествующий момент времени. Включение в правую часть модели некоторой переменной (например, уровень безработицы в регионе прибытия), измеренной за тот же период времени, что и миграционный поток, вносит в модель эндогенность, поскольку уровень безработицы в стране, вероятно, сам зависит от притока или оттока мигрантов. Кроме того, может быть использована и динамическая спецификация модели (2), в которой в число объясняющих переменных входит авторегрессионный член – величина миграционного потока в предшествующем году. Эконометрическая модель интенсивности миграционного потока имеет следующий вид:

$$\ln M_{i,j,t} = \alpha_{i,j,t} + \beta M_{i,j,t-1} + \gamma_t' \Delta Y_{i,t-1} + \delta_t' \Delta Y_{j,t-1} + \Delta \varepsilon_{i,j,t}. \quad (3)$$

Параметр  $\beta$  – коэффициент при лагированном значении миграционного потока, отражающий инертность миграции. Для простоты оценивания предполагается, что он постоянен во времени. Так как модель (3) содержит

авторегрессионный член  $M_{i,j,t-1}$  и индивидуальный эффект  $\alpha_{i,j,t}$ , то для оценивания используется метод Ареллано-Бонда, согласно которому первоначально осуществляется переход к модели в разностях

$$\Delta \ln M_{i,j,t} = \tilde{\alpha} + \beta \Delta M_{i,j,t-1} + \gamma_t' \Delta Y_{i,t-1} + \delta_t' \Delta Y_{j,t-1} + \Delta \varepsilon_{i,j,t}, \quad (4)$$

и полученное уравнение оценивается с помощью обобщенного метода моментов [5]. В качестве инструментов для стохастических регрессоров берутся их значения в предыдущий период времени (в момент  $t-2$ ). Свободный член отсутствует в оригинальном подходе Ареллано-Бонда, так как константа исчезает при переходе к разностям. Однако при предположении наличия линейного тренда у индивидуального эффекта  $\alpha_{i,j,t}$  этого не происходит. Оставшийся коэффициент  $\tilde{\alpha}$  отражает наклон этого тренда, и при постоянстве индивидуального эффекта должен быть незначимым [5]. В качестве метода оценки коэффициентов рекомендуется использовать методом максимального правдоподобия.

Для оценивания гравитационной модели интенсивности миграционных процессов были отобраны экономические индикаторы развития Оренбургской области и стран СНГ, представленные в виде панельных данных за 2011-2016 гг. На начальном этапе проанализированы расстояния между взаимодействующими регионами и произведена их группировка. Визуальный анализ расстояния не позволил выделить отдельные группы, вследствие чего был использован метод к-средних. В качестве исходной предпосылки использовалась информация о том, что при выборе будущего места проживания предпочтение отдается близкорасположенным регионам, то есть побуждением к переселению на дальние расстояния мигрантов являются особые стремления и потребности, которые, возможно, отличаются от мотивов перемещения на близкие расстояния. В итоге образовалось несколько групп объектов, исходя из расстояний между центрами муниципальных образований Оренбургской области и стран СНГ: группа близких к региону стран (<1500 км.); группа стран с расстояниями от 1874 км. до 1956 км.; группа стран с расстояниями от 2127 км. до 2198 км.; группа стран с расстояниями от 2127 км. до 2198 км.; группа дальних к региону стран (>2200 км.)

Таблица 1 – Качество подгонки регрессионной модели (2) для групп объектов по расстоянию между центрами региона и стран СНГ

Расстояние между центрами региона и стран(км)	$R^2$ -within (постоянные коэффициенты)	$R^2$ -within (коэффициенты с трендом)	Значение F-статистики для значимости тренда в коэффициентах	Значение уровня значимости p	Доля мигрантов за период 2010-2015 гг.
< 1500	0,37	0,43	8,12	0,000	22,77 %
1874-1956	0,19	0,28	13,15	0,000	38,25 %
2127-2198	0,15	0,22	4,6	0,000	16,09 %

> 2200	0,29	0,35	6,67	0,000	22,89 %
--------	------	------	------	-------	---------

Оценка эконометрической модели по всей выборке приводит к довольно низкому качеству. В качестве меры подгонки модели был использован коэффициент внутригрупповой детерминации ( $R^2$ -within). Однако коэффициент детерминации в значительной степени варьируется между группами при объединении стран по расстоянию (таблица 1).

Преимущественно высокая связь миграционных потоков с экономическими индикаторами развития взаимодействия объектов в первой группе, в число которых входят наиболее близко расположенные страны к Оренбургской области. Сравнительно высокое значение коэффициента  $R^2$ -within можно отметить для группы дальних стран к региону. Заметим, что для данной группы и группы близких стран к региону интенсивность миграционных потоков за рассматриваемый период времени достаточно близки между собой. Для всех групп объектов модель, учитывающую линейную динамику коэффициентов, можно предпочесть модели с постоянными коэффициентами, так как модель значимо выше (таблица 1).

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что влияние социально-экономических показателей на величину миграционного потока меняется на протяжении рассматриваемого периода времени и зависит от расстояния между взаимодействующими объектами выбытия и прибытия мигрантов.

#### Список литературы

1. Огородников, П.И. Моделирование миграционных потоков в регионе / П.И. Огородников, Н.А. Макарова // Экономика региона. – 2013. – № 2 (34). – С. 168-176.
2. Васянина, В.И. Сравнительный анализ административно-территориальных образований региона по уровню экономической безопасности / В.И. Васянина // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2008. – № 10. – С. 76-80.
3. Стебунова, О.И. Моделирование и сценарное прогнозирование внешней трудовой миграции в условиях вступления России в ВТО / О.И. Стебунова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2014. – № 14, декабрь. – С. 465-470
4. Вакуленко, Е.С. Эконометрический анализ факторов внутренней миграции в России / Е.С. Вакуленко // Региональные исследования. – 2015. – № 4(50). – С. 83-98.
5. Андриенко, Ю.В. Разработка прикладной модели внутренних и внешних миграционных потоков населения для регионов Российской Федерации / Ю.В. Андриенко, С.М. Гуриев // Отчет по проекту в рамках Программы поддержки независимых экономических аналитических центров МОНФ. – М.: ЦЭФИР, 2006. – 53 с.