анализ: теория и практика. – 2012. – № 20. – С. 2-12.
2. Стерник С.Г., Стерник М.Г. Пять макроэкономических законов функционирования рынка недвижимости как неотъемлемой составляющей глобального финансового рынка в транзитивной экономике / Стерник С.Г., Стерник М.Г.// Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2010. – № 11. – С. 15-29.
3. Ермолаев М.Б., Заводова Т.С. Динамика ценообразования на региональных рынках жилья: опыт сравнительного статистического анализа / Ермолаев М.Б., Заводова Т.С.// Аудит и финансовый анализ. – 2009. – № 3. – С. 107-110.
4. Родионова Н.В. Специфика ценообразования на рынке жилья и факторы, влияющие на цену недвижимости. / Родионова Н.В.// Аудит и финансовый анализ. – 2009 – №2 – С. 406-411.
5. Реннер А.Г., Стебунова О.И. Моделирование стоимости жилья на вторичном рынке жилья / Реннер А.Г., Стебунова О.И.// Вестник Оренбургского государственного университета. – 2005. – № 10-1. – С. 179-182.
6. Березина Е.Л., Симонова Л.М. Показатель доступности жилья как инструмент оценки степени удовлетворенности потребности населения в жилье: региональный аспект /Березина Е.Л., Симонова Л.М.// Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3. – С. 408.
7. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]: официальный сайт.– Режим доступа: http://www. gks. ru/ (дата обращения 20.05.2018).
8. Эконометрика / Под.ред. И. И. Елисеевой. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 520 с.
9. Тихонов Е. Э. Методы прогнозирования в условиях рынка: Учеб. пособие. – Невинномысск, 2006. – 221 с.
10. Министерство финансов РФ [Электронный ресурс]: официальный сайт.– Режим доступа: https://www.minfin.ru/ru/statistics/ (дата обращения 25.05.2018).
11. Лукашин, Ю. П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов: учеб. пособие / Ю. П. Лукашин. – М. Финансы и статистика, 2003. – 254 с.

УДК 314.7

МОДЕЛИРОВАНИЕ МИГРАЦИОННЫХ ПОТОКОВ МЕЖДУ ФЕДЕРАЛЬНЫМИ ОКРУГАМИ РОССИИ

Власова Эльвира Андреевна (elvirus97@mail.ru)
Ермолаев Михаил Борисович
ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет»

В работе рассматривается один из вариантов гравитационной модели межрегиональных миграционных потоков, включающей воздействие ряда факторов. Численная апробация модели проводилась по федеральным округам России. При построении модели использовались электронные таблицы Microsoft Excel, а также пакет Mathcad 2010.

Ключевые слова: миграция, миграционные потоки, гравитационная модель, федеральные округа, апробация модели, статистический анализ, социальное расстояние.

Миграционные процессы играют важную роль в экономике каждой страны, прямым или косвенным образом воздействуя на демографическую ситуацию, формирование рынков труда и их сегментацию, на жесткость конкуренции, на уровень преступности, на межнациональные отношения и т.д. Поэтому анализ и прогнозирование миграции населения, несомненно, является актуальной задачей.

Одним из относительно новых направлений экономической науки является эконофизика– термин, применяемый к исследованиям, в которых типично физические методы и приемы используются при решении социально-экономических задач. Гравитационная модель миграции, впервые разработанная американским экономистом Д.Стюартом и позднее претерпевшая множество модификаций — достаточно яркий пример таких исследований [6]. В основе моделей гравитационного типа лежит предположение о том, что интенсивность миграционного потока определяется аналогично силе притяжения центров масс в законе всемирного тяготения. В качестве масс в данном случае выступают численности населения регионов. Сообразно этому же закону, межрегиональная миграционная активность и расстояние между регионами находятся в обратной взаимосвязи.

Очевидными недостатками базовой гравитационной модели являются, во-первых, неизбежная симметричность миграционных противопотоков, практически никогда не наблюдаемая, и, во-вторых, учет очень ограниченного набора факторов (расстояние и численность населения). Тем не менее, в работе [3] рассматривалось применение гравитационной модели для анализа миграционных потоков между муниципальными образованиями Псковской и Новгородской областей. В целом с определенными оговорками, касающихся в первую очередь потоков выбытия населения из областных

центров, была установлена корреляционная взаимосвязь между величиной миграционных потоков и коэффициентами гравитационного притяжения. Однако применимость данной модели к регионам, более удаленным друг от друга, а также менее типологически сходным, вызывает сомнения.

Целью настоящей работы является разработка и численная апробация еще одной модификации гравитационной модели межрегиональных миграционных потоков применительно к федеральным округам России: Центральному – ЦФО (1), Северо-Западному - СЗФО (2), Приволжскому - ПФО (3), Уральскому - УФО (4), Сибирскому - СФО (5), Дальневосточному - ДВФО (6), Южному - ЮФО (7), Северо-Кавказскому - СКФО (8). Крымский Федеральный округ, как вновь созданный, остался за полем исследования.

Основанием модели послужило предположение, что на интенсивность межрегиональных потоков влияют следующие факторы: 1) физическое расстояние между регионами, 2) численность населения регионов, 3) степень привлекательности рассматриваемых регионов (интерпретируемая некоторыми авторами как «социальное расстояние»). В более ранних исследованиях авторами был проведен эконометрический анализ факторов, влияющих на уровень миграционного прироста в регионах Центрального федерального округа, а затем и в регионах всей Российской Федерации [1]. Именно результаты эконометрического анализа и послужили основанием для оценки степени привлекательности регионов, которая в нашем случае определялась по уровню среднедушевого дохода, а также такого климатического фактора как средняя температура января.

В качестве эмпирической базы исследования послужили данные Росстата о миграции населения по территориям прибытия и выбытия в 2016 году, данные по регионам численности населения, среднедушевому доходу, средней температуре января, а также данные по площади федеральных округов (с целью оценки расстояний между округами).

Исходные данные для моделирования представлены в таблице 1.

Таблица 1

Социально-экономические и природно-климатические характеристики федеральных округов России в 2016 году ([2])

Наименование округа	Численность населения (тыс.чел.)	Среднедушевой доход (руб./чел. в мес.)	Средняя температура января (ºС)	Площадь (кв.км)
ЦФО	39209	39365	-11	650205
СЗФО	13899	33212	-13	1686972
ПФО	29637	25737	-12	1036975
УФО	12345	32565	-19	1818497
СФО	19326	23720	-23	5144953
ДВФО	6183	36414	-22	6169329
ЮФО	16429	26308	-4	447821
СКФО	9776	23431	-2	170439

Собственно, реализация миграционной модели сводилась к численной оценке миграционного притяжения F_{ij} населения округа j в округ i. При этом предполагалось, что величина F_{ij} прямо пропорциональна численности населения округов P_i и P_j, соотношению среднедушевых доходов I_i и I_j в некоторой степени α, соотношению средних температур января TJ_i и TJ_j в некоторой степени β и обратно пропорциональна расстоянию D_{ij} между округами в некоторой степени γ. В виду того, что средняя температура января в рассматриваемых округах варьируется от -2 до -23 градусов по Цельсию, вышеупомянутое соотношение температур было решено представить в виде «антидоли», приходящейся на температуру января рассматриваемого региона в общей сумме температур по всем регионам:

$$STJ = \sum_{k=1}^{8} TJ_k$$

В результате величина миграционного притяжения F_{ij} между регионами i и j рассчитывалась по формуле:

$$F_{ij} = k \frac{P_i P_j}{D_{ij}^{\gamma}} \cdot \left(\frac{I_i}{I_j}\right)^{\alpha} \left(\frac{STJ - TJ_i}{STJ}\right)^{\beta} ,$$

где k – некоторый поправочный коэффициент.

Отметим также, что расстояние между смежными округами, фигурирующее в вышеприведенной формуле, оценивалось как сумма радиусов условных кругов, площади которых равны соответствующим площадям территорий:

$$R_i = \sqrt{\frac{S_i}{\pi}} .$$

Для несмежных округов к указанной величине добавлялись квазидиаметры промежуточных федеральных округов.

Рассчитанные таким образом величины F_{ij} для отдельных округов сравнивались с соответствующими им фактическими значениями межрегиональных потоков M_{ij}, представленных в таблице 2, на основе линейных коэффициентов корреляции, близость значений которых к 1 свидетельствовала бы об адекватности модели.

Таблица 2

Внутрироссийская миграция по территориям прибытия и выбытия в 2016 году [2]

	ЦФО	СЗФО	ПФО	УФО	СФО	ДВФО	ЮФО	СКФО
ЦФО	-	50943	120387	15196	8026	1532	83431	23611
СЗФО	62607	-	32660	11754	5125	795	8570	6078
ПФО	184603	40767	-	33088	11053	2080	63009	19357
УФО	19658	12375	27907	-	8719	965	6275	2841
СФО	14329	7447	12866	12033	-	4178	4468	2367
ДВФО	1817	767	1609	885	2776	-	561	320
ЮФО	118332	9891	58272	6878	3549	671	-	36945
СКФО	38796	8127	20738	3609	2178	443	42808	-

Для универсализации процесса моделирования его численная реализация осуществлялась в среде Mathcad 2010. При этом рассматривались 80 различных вариантов значений параметров α, β, γ (значения α и γ варьировались от 0,5 до 2 с шагом 0,5, а значения β от 0 до 2 с тем же шагом). При этом в качестве критерия оптимальности выступал максимум среднего значения коэффициентов корреляции между расчетными значениями F_{ij} и фактическими значениями миграционных потоков M_{ij}.

Как оказалось, для потоков выбытия оптимум достигается при α=1,5, β=0,5, γ=0,5. Соответствующие коэффициенты корреляции между расчетными и фактическими значениями по отдельным округам представлены в таблице 3.

Отметим, что полученные коэффициенты корреляции для семи округов являются статистически значимыми и достаточно высокими. Они варьируются в пределах от 0,736 для Приволжского до 0,959 для Северо-Западного федерального округа. Лишь для Сибирского федерального округа коэффициент корреляции незначим, что возможно связано с нефтегазовой специализацией данной территории.

В таблице 4 отображена матрица сил миграционного притяжения между федеральными округами, соответствующая оптимальной модели.

Таблица 3

Коэффициенты корреляции между значениями F_{ij} и M_{ij} по отдельным округам для α=1,5, β=0,5, γ=0,5

Округа	ЦФО	СЗФО	ПФО	УФО	СФО	ДВФО	ЮФО	СКФО
Коэффициенты корреляции между F_{ij} и M_{ij}	0,931	0,959	0,736	0,942	0,335	0,855	0,766	0,826

Таблица 4

Силы миграционного притяжения между федеральными округами согласно гравитационной модели (в усл. единицах)

	ЦФО	СЗФО	ПФО	УФО	СФО	ДВФО	ЮФО	СКФО
ЦФО	-	1140	2694	340	180	34	1867	528
СЗФО	1401	-	731	263	115	18	192	136
ПФО	4131	912	-	740	247	47	1410	433
УФО	440	277	624	-	195	22	140	64
СФО	321	167	288	269	-	93	100	53
ДВФО	41	17	36	20	62	-	13	7
ЮФО	2648	221	1304	154	79	15	-	827
СКФО	868	182	464	81	49	10	958	-

Таким образом, на основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1) Модель в целом адекватно отражает картину интенсивности миграционных потоков между федеральными округами;

2) Представленная методика позволяет определить оптимальные параметры действия миграционных факторов;

3) Модель открыта для совершенствования в плане возможности включения новых факторов миграционного притяжения;

4) Остается открытым вопрос применимости полученных результатов к миграционным потокам между менее крупными территориальными объектами.

Литература

1. Власова Э.А., Ермолаев М.Б. Факторный анализ миграционных процессов в российских регионах // Сборник научных трудов вузов России "Проблемы экономики, финансов и управления производством". - Иваново: ИГХТУ, 2017, вып. 41. – С. 138-141.
2. Официальные данные Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156 (дата обращения: 17.01.2018).
3. Василенко П.В. Применение гравитационной модели для анализа внутриобластных миграций на примере Новгородской и Псковской областей // Псковский регионологический журнал. Псков, 2013. №15. С. 83-90.
4. Миграция населения: теория и политика /под редакцией О.Д. Воробьевой, А.В. Топилина – М.: Экономическое образование, 2012. – 364 с.
5. Бородич С.А. Эконометрика. – Мн.: Новое знание, 2001. – 344 с.
6. Вакуленко Е.С., Мкртчян Н.В., Фурманов К.К. Моделирование регистрируемых миграционных потоков между регионами Российской Федерации // Прикладная эконометрика, 2011а. – 1(21). – С. 35-55.
7. Тимонин С.А., Тикунова И.Н., Штробл Й. Математико-картографическое моделирование межрегиональных миграционных потоков в России // Известия Иркутского государственного университета. Сер. «Науки о Земле», 2014, Т.8, С. 133-144.