

УДК 519.876.2

ББК 32.81

МОДЕЛИРОВАНИЕ МИГРАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ В ЗАДАЧАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ГОСУДАРСТВА

Шумов В. В.¹

(Отделение погранологии

Международной академии информатизации, Москва)

На основе анализа законов миграции и факторов, влияющих на ее интенсивность, предложено расширение гравитационной модели миграции, учитывающее притягивающие и промежуточные факторы. Сформулировано правило выбора мигрантами страны назначения. Оценены параметры модели.

Ключевые слова: законы миграции, гравитационная модель, этническая гетерогенность.

1. Введение

Миграция населения (лат. *migratio* – переселение) – перемещение людей из одного региона (страны, мира) в другой, в ряде случаев большими группами и на большие расстояния. Люди, переселившиеся за пределы государства, называются *эмигрантами*, переселившиеся в данную страну – *иммигрантами*. Разница между численностью первых и вторых – это *миграционное сальдо*, непосредственно (наряду с естественным приростом населения – разницей между родившимися и умершими) влияющее на численность населения [8].

На основе изучения статистических данных Э.Г. Равенштейн сформулировал, в частности, следующие законы миграции [19]:

¹ Владислав Вячеславович Шумов, кандидат технических наук, доцент (vshum59@yandex.ru).

- большинство мигрантов переезжает на короткие расстояния;
- миграция происходит ступенчато;
- каждому миграционному потоку соответствует обратный поток;
- мигранты на длинные расстояния мигрируют в крупные центры промышленности и торговли;
- жители городов менее подвижны, чем жители сельской местности;
- большие города растут главным образом из-за миграции;
- объем миграции увеличивается с развитием промышленности, торговли и транспорта;
- главные причины миграции – экономические.

Э. Ли выделил основные факторы, влияющие на миграцию [17]: притягивающие, отталкивающие и промежуточные. Притягивающие факторы определяют целевую страну (куда идет перемещение людей) и зависит от: возможности получения мигрантами более высоких доходов, безопасности и др. Отталкивающие факторы характеризуют социально-экономические и иные условия страны – источника миграции (безработица, войны, социальные и природные катастрофы и т.д.). Промежуточные факторы возрастают с увеличением расстояния между территориями и выступают в качестве ограничителей миграционных потоков (транспортные расходы, правовые режимы и т.д.). Причем одни и те же факторы влияют на разных людей по-разному.

Обзор моделей миграции представлен в работе [9]. В. Рейли в 1929 г. предложил для анализа миграции использовать гравитационную модель, в которой суммарный миграционный поток (демографическая сила) между объектами (странами, регионами, районами) i и j вычисляется по формуле

$$(1) \quad m_{sij} = k \frac{p_i p_j}{(d_{ij})^2},$$

где k – параметр размерности; p_i (p_j) – мера значимости (например, численность населения) объекта i (объекта j); d_{ij} – расстояние между объектами i и j .

У. Изард сформулировал обобщенную гравитационную модель, в которой миграционный поток равен

$$(2) \quad m_{sij} = k \frac{w_i(p_i)^\alpha w_j(p_j)^\beta}{(d_{ij})^b},$$

где w_i, w_j – веса объектов i и j ; α, β, b – параметры. Данная модель позволяет учитывать, в частности, региональную комплементарность (взаимодополнительность).

На миграцию существенное влияние оказывают этнические, конфессиональные и другие факторы. Известны два подхода к трактовке этнических (культурных) гетерогенностей. При первом подходе измеряется фрагментированность общества (раздробленность страны по некоторому признаку). При втором оценивается поляризованность, учитывающая степень сходства между группами (чем меньше сходства, тем острее антагонизм) [5]. Для измерения этнической гетерогенности используются, в частности, следующие индексы:

- индекс этнолингвистической фрагментированности (ИЭЛФ);
- индекс второстепенной гетерогенности (РН);
- индекс поляризованности Эстебана – Рэя (ER) и др.

Индекс ИЭЛФ рассчитывается по формуле [5]:

$$(3) \quad \text{ИЭЛФ} = 1 - \sum_{i=1}^N s_i^2,$$

где s_i – доля i -й этнической группы в общей численности населения; N – число групп.

Значение индекса ИЭЛФ есть вероятность того, что два случайно выбранных индивида будут принадлежать к разным этническим группам. Однако индекс ИЭЛФ не учитывает дистанцию между группами. Индекс второстепенной гетерогенности вычисляется по формуле [5]

$$(4) \quad \text{РН} = 2 \sum_{i=1}^N s_c s_i \tau_{ci},$$

где s_c – доля основной («титულიной») этнической группы в общей численности населения; s_i – доля i -й этнической группы в общей численности населения; τ_{ci} – культурная дистанция (рас-

стояние, безразмерная величина) между s -й и i -й этническими группами.

Различение между группами в политических сообществах производится по одной или нескольким объективным характеристикам: языку, религии, расовой, этнической или племенной принадлежности. Например, в качестве индикатора τ_{ij} языковой дистанции между группами i и j может использоваться выражение [5]

$$(5) \quad \tau_{ij} = 1 - (l/m)^\alpha,$$

где l – число совместно разделяемых двумя языками ветвей лингвистического дерева; m – общее число ветвей, которые могут быть общими для двух языков; $0 \leq \alpha \leq 1$ – параметр.

Перечисленные индексы гетерогенности и поляризованности фиксируют различия между группами, но не дают ответа на вопрос, как выявленные разнородности транслируются в действия.

В войнах (и событиях, затрагивающих безопасность и жизнеспособность государства) ведущую роль играет государствообразующий этнос, на его плечи ложатся основные издержки, он несет максимальные потери убитыми и ранеными. Разумеется, в истории возможны исключения, скорее подтверждающие правило (в 300-е годы армия Западной Римской империи комплектовалась преимущественно германцами и другими варварами, доля римлян в ней неуклонно снижалась [4]; наемная армия времен упадка Византии [6] и др.).

Определим параметр разнородности между государствообразующим этносом (национальностью) s и этносом j по формуле [13, 14]

$$(6) \quad \mu_{sj} = B_{Cs} / B_{Cj},$$

где B_{Cs} – доля потерь от численности этноса s ; B_{Cj} – доля потерь от численности этноса j .

Для оценки параметра разнородности использовались результаты переписи населения СССР 1939 г. и данные по безвозвратным потерям (по национальностям) в годы Великой Отечественной войны [3, 11] (таблица 1).

Таблица 1. Данные по безвозвратным потерям в Великой Отечественной войне по национальностям

Национальность	Численность в СССР в 1939 г.	Безвозвратные потери, тыс. чел.	% потерь от численности	Параметр разнородности	Вхождение в состав России (СССР)
Русские	99591520	5756,0	5,78	1,0	
Украинцы	28111007	1377,4	4,90	1,2	1654 г.
Белорусы	5 275 393	252,9	4,79	1,2	В конце XVIII в.
Татары	4 313 488	187,7	4,35	1,3	1552 г.
Евреи	3 028 538	142,5	4,71	1,2	После разделов Речи Посполитой значительная часть еврейской общины оказалась в Российской Империи
Казахи	3 100 949	125,5	4,05	1,4	1734–1840 гг.
Узбеки	4 845 140	117,9	2,43	2,4	1840–1876 гг.
Армяне	2 152 860	83,7	3,89	1,5	1826–1828 гг.
Грузины	2 249 636	79,5	3,53	1,6	1806 г.
Мордовцы	1 456 330	63,3	4,35	1,3	Не имели своей государственности до XX в.
Чуваши	1 369 574	63,3	4,62	1,3	1552 г.
Азербайджанцы	2 275 678	58,4	2,57	2,3	1826–1828 гг.
Молдаване	260 418	53,9	20,70	0,3	1812 г. (Бессарабия)
Башкиры	843 648	31,7	3,76	1,5	1554–1557 гг.
Киргизы	884 615	26,6	3,01	1,9	1865–1876 гг.
Удмурты	606 326	23,2	3,83	1,5	1554–1558 гг.
Таджики	1 229 170	22,9	1,86	3,1	1864–1895 гг.
Туркмены	812 404	21,3	2,62	2,2	1881–1882 гг.
Эстонцы	143 589	21,2	14,76	0,4	1721 г.
Марийцы	481 587	20,9	4,34	1,3	1552 г.
Буряты	224 719	13,0	5,79	1,0	1689 г.
Коми	422 317	11,6	2,75	2,1	1363 г.
Латыши	114 476	11,6	10,13	0,6	1721 г.
Литовцы	32 624	11,6	35,56	0,2	1721 г.
Народности Дагестана	857 499	11,1	1,29	4,5	1813–1859 гг.
Осетины	354 818	10,7	3,02	1,9	1774 г.
Поляки	630 097	10,1	1,60	3,6	В 1815 г. часть современной Польши

Националь- ность	Числен- ность в СССР в 1939 г.	Безвоз- вратные потери, тыс. чел.	% потерь от числен- ности	Параметр разно- родности	Вхождение в состав России (СССР)
					вошла в состав Рос. империи
Карелы	252 715	9,5	3,76	1,5	1809 г.
Калмыки	134 402	4,0	2,98	1,9	1771 г.
Кабардинцы и балкарцы	206 870	3,4	1,64	3,5	1827 г.
Греки	286 444	2,4	0,84	6,9	
Чеченцы и ингуши	500 088	2,3	0,46	12,6	1721–1783 г.
Финны	143 437	1,6	1,12	5,2	1809 г.
Болгары	113 494	1,1	0,97	6,0	
Чехи, словаки	27 681	0,4	1,45	4,0	
Китайцы	32 023	0,4	1,25	4,6	

Примечание. Процент потерь для Прибалтийских республик, Белоруссии, Украины и Молдавии завышен, поскольку перепись проводилась по состоянию на 17.01.1939 г., а вхождение (расширение за счет западных областей) республик в СССР произошло позже.

Если исключить из таблицы национальности со значением параметра разнородности меньше единицы, то средневзвешенное значение параметра разнородности для СССР того времени будет равно 1,26.

Для приведения значений параметра разнородности к форме индекса гетерогенности IG можно воспользоваться выражением

$$(7) \quad IG = 1 - (\mu_i)^{-\alpha}, \quad \alpha > 0.$$

Для СССР на 1930–1940-е гг. при степени $\alpha = 1$ получим $IG_{30-40} \approx 0,23$. По данным переписи населения СССР 1989 г. значение индекса гетерогенности возросло: $IG_{1989} \approx 0,27$, что объясняется сокращением доли русских в общей численности населения государства.

В качестве недостатка выражения (6) можно отметить, что значение параметра разнородности можно оценить только для этносов (национальностей), входивших в состав единого госу-

дарства и причем только по линии «государствообразующий этнос (русские) – другой этнос».

Еще один параметр, характеризующий этнические разнородности, – межэтнические расстояния [12]. Е. Сороко анализирует смешанные браки по данным переписи населения России 2010 г., соотнося реальные числа наблюдавшихся этнических комбинаций с гипотетическими числами, которые можно было бы ожидать в предположении пропорциональности числа таких браков числу мужчин и женщин соответствующих национальностей. Межэтническое расстояние D_{ij} между этносами i и j является безразмерной величиной. Ее значение 1 соответствует полному отсутствию каких-либо предпочтений национальностей при образовании супружеских пар. Меньшее значение расстояния D_{ij} соответствует большим предпочтениям при формировании пар с данной комбинацией национальностей мужа и жены. Значения больше 1 характеризуют наличие серьезных барьеров, препятствующих образованию смешанных браков с такой комбинацией национальностей.

В таблице 2 представлены оценки межэтнических расстояний между русскими и другими этносами на основании распространенности смешанных браков и оценки параметра разнородности [12; 16].

Таблица 2. Значения межэтнических расстояний и параметра разнородности

№	Национальность	Расстояние D_{ij}	Параметр μ_{ij}
1	Украинцы	0,66	1,2
2	Мордва	0,68	1,3
3	Удмурты	0,71	1,5
4	Армяне	0,74	1,5
5	Чуваши	0,75	1,3
6	Татары	0,84	1,3
7	Казахи	0,97	1,4
8	Азербайджанцы	1,03	2,3
9	Башкиры	1,55	1,5
10	Чеченцы	2,03	12,6

Между значениями параметра разнородности и межэтническими расстояниями коэффициент корреляции не ниже 0,9.

2. Модель миграции и оценка ее параметров

Пользуясь моделью безопасности [16], определим потоки миграции M_{ij} из страны i в страну j , основанные на факторах притяжения:

$$(8) \quad M_{ij} = k_{mi} \frac{w_{bj} D_j (V_j / V_i)}{\sqrt{r_{ij} / r_{i\min}} (\mu_{ij})^2}, \quad r_{i\min} = \min_j r_{ij},$$

где k_{mi} – параметр миграции i -й страны; w_{bj} – базовая суверенность j -го государства; V_i – ВВП на душу населения i -й страны; V_j – ВВП на душу населения j -й страны; D_j – доля городского населения в j -й стране; r_{ij} – расстояние между странами i и j ; $r_{i\min}$ – расстояние от страны i до ближайшей страны из рассматриваемого списка стран; μ_{ij} – параметр разнородности.

Базовая суверенность w_{bj} j -го государства вычисляется по формуле [15]

$$(9) \quad w_{bj} = \left(\frac{z_j}{z_{\max}} \right)^\omega \left(\frac{s_j}{s_{\max}} \right)^{1-\omega}, \quad \omega \approx 0,67,$$

где z_j – численность населения j -й страны; s_j – ее площадь; s_{\max} – площадь крупнейшей страны (России); z_{\max} – численность населения самой многочисленной страны (Китая); ω – параметр эластичности по демографическому фактору.

В терминах гравитационной модели базовая суверенность есть мера значимости страны притяжения, отношение ВВП на душу населения – экономический параметр притяжения; расстояние между странами и параметр разнородности характеризуют меру различий. В модели учитывается тот факт, что с увеличением расстояния транспортные расходы на единицу расстояния сокращаются.

Используя базу данных статистического отдела ЕЭК ООН [2] по долгосрочной эмиграции¹ и другие данные [10, 18], выполнена оценка параметров k_m и μ_{ij} модели (8) для России (эмиграция 2009–2013 гг.), Украины (2011–2012 гг.), Белоруссии

¹ Долгосрочные мигранты – это те, кто покинули страну или переехали из страны на срок не менее одного года.

(2009–2014 гг.), Армении (2011, 2014 гг.), Казахстана (2012–2014 гг.) и Узбекистана (2013–2014 гг.).

В таблице 3 представлены выборочные данные по долгосрочной миграции.

Таблица 3. Потоки долгосрочной миграции (выборочные данные ЕЭК ООН)

Страна прибытия	Поток миграции из страны выезда, чел.					
	Россия	Украина	Беларусь	Армения	Казахстан	Узбекистан
Россия		10064	28254	146883	71696	40611
Украина	49357		3369	3246	686	1836
Беларусь	26440	1228		532	3320	211
Армения	17843	34	175		19	19
Казахстан	41382	466	587	582		34927
Узбекистан	86141	123	144	71	617	
Таджикистан	30017	9	31	—	23	370
Киргизия	23356	—	22	2	364	474
Азербайджан	13888	153	282	—	161	193
Молдавия	15023	674	159	12	31	—
Грузия	3858	100	264	1362	25	16
Вьетнам	3761	91	125	—	—	—
Туркмения	4078	211	924	—	20	148
Эстония	2034	55	70	1	1	—
Израиль	5012	2972	1974	58	277	385
Латвия	1474	61	410	2	11	6
Литва	1106	95	1100	72	12	5
Болгария	921	75	61	159	13	13
Монголия	346	16	—	—	56	—
Чехия	1468	865	278	168	23	—
Индия	2146	77	43	—	3	—
Германия	19415	3462	2799	3315	4202	271
Китай	12697	579	485	—	125	—
Турция	3031	680	357	411	35	58
Греция	651	54	17	2847	15	72
Испания	1827	785	77	2022	3	—
Австрия	572	301	193	222	24	13
Италия	1687	397	613	185	18	100
Швейцария	503	53	109	94	20	—
Польша	483	435	872	648	212	29
Канада	2455	185	322	272	372	34
Великобритания	1249	71	128	172	14	58
США	7369	1866	1336	5601	493	437

Страна прибытия	Поток миграции из страны выезда, чел.					
	Россия	Украина	Беларусь	Армения	Казахстан	Узбекистан
Франция	1511	132	244	4439	9	58
Австралия	1080	36	33	70	24	—
Выехало всего	411943	29105	47842	217937	83051	373566
Учтено в расчетах	394742	28220	47163	177874	82932	80502

В связи с очень малым потоком миграции из Казахстана в Испанию, Францию, Болгарию, Литву, Латвию, Австрию и некоторые другие государства, оценка параметра разнородности для указанных стран характеризуется высокой погрешностью.

Результаты вычислений представлены в таблице 4.

Таблица 4. Оценка параметра разнородности

Страна прибытия	Страна выезда мигрантов					
	Россия	Украина	Беларусь	Армения	Казахстан	Узбекистан
Россия		1,09	0,58	0,68	0,54	0,87
Таджикистан	0,03				0,92	0,43
Киргизия	0,04				0,29	0,45
Узбекистан	0,05	0,60	0,46	2,16	0,52	
Молдавия	0,06	0,16	0,24	2,00	0,71	
Армения	0,07		0,25		1,31	1,95
Грузия	0,17	0,48	0,24	0,48	1,31	
Азербайджан	0,18	0,75	0,45		1,09	1,48
Украина	0,22		0,36	0,78	0,92	0,78
Беларусь	0,22	0,51		1,29	0,30	1,63
Вьетнам	0,24	0,67	0,49			
Казахстан	0,29	1,14	0,86	2,67		0,40
Туркмения	0,32	0,61	0,24		3,60	2,14
Афганистан	0,40		0,27			
Эстония	0,46	1,20	1,06			
Сирия	0,49	0,83	0,47	2,07		
Израиль	0,57	0,35	0,35	6,75	1,57	1,94
Латвия	0,57	1,25	0,50		3,20	
Литва	0,75	1,20	0,38	2,49	3,67	
Болгария	0,76	1,36	1,22	1,99	3,72	
Монголия	0,80				1,63	
Чехия	1,05	0,67	1,05	2,98	4,71	
Индия	1,12	2,57				
Германия	1,13	1,22	1,30	2,55	1,36	7,29
Китай	1,31	2,59	2,40		11,58	

Страна прибытия	Страна выезда мигрантов					
	Россия	Украина	Беларусь	Армения	Казахстан	Узбекистан
Турция	1,51	1,52	1,70	5,42	8,60	9,59
Греция	1,55	2,64		0,82	6,14	3,96
Ирак	1,77		1,60			
Южная Корея	2,17					5,45
Испания	2,17	1,53	4,28	2,14	33,09	
Австрия	2,36	1,59	1,74	3,76	9,32	
Бельгия	2,37		1,77	1,18	7,08	5,67
Италия	2,59	2,58	1,78	8,18	15,04	8,92
Швейцария	2,84	4,16	2,55	6,60	8,39	
Польша	2,90	1,55	1,04	2,29	2,34	8,78
Нидерланды	3,05	2,69	2,10	1,88		
Норвегия	3,08	4,62	4,41			
Канада	3,12	4,96	3,31	9,56	5,44	24,61
Великобритания	3,47	6,69	4,45	9,20	19,50	13,17
США	3,64	3,17	3,29	4,30	9,49	13,87
Франция	3,75	5,84	3,79	2,18	28,74	15,67
Австралия	4,19			16,00	20,63	
Швеция	4,36		3,49	4,97		
Иран		1,12	1,95	5,13		
Нигерия		2,04	1,16			
Дания		3,41	3,22	6,05		

Для оценки параметров модели (отдельно для каждой страны выезда) использовался метод наименьших квадратов. На значения параметра k_{mi} миграции накладывалось ограничение

$$(10) \sum_{j=1}^{n_i} M_{ij} \leq k_{mi} \leq \sum_{j=1}^{N_i} M_{ij},$$

где n_i – количество стран в выборке для страны выезда i ; N_i – общее количество стран (включая неопределенную позицию), куда прибыли мигранты из страны i .

Если применительно к этносам (национальностям) значение параметра разнородности $\mu_{ij} \geq 1$ (основную нагрузку в стране несет государствообразующий этнос), то применительно к отдельным социальным группам в общем случае имеем $\mu_{ij} > 0$. Рассмотрим часть таблицы 4, включающую только перекрестную миграцию (таблица 5).

Таблица 5. Оценка параметра разнородности (выборочно)

Страна j прибытия	Страна i выезда мигрантов					
	1. Россия	2. Украин- на	3. Бела- русь	4. Арме- ния	5. Казах- стан	6. Узбеки- стан
1. Россия		1,09	0,58	0,68	0,54	0,87
2. Украина	0,22		0,36	0,78	0,92	0,78
3. Беларусь	0,22	0,51		1,29	0,30	1,63
4. Армения	0,07		0,25		1,31	1,95
5. Казахстан	0,29	1,14	0,86	2,67		0,40
6. Узбекистан	0,05	0,60	0,46	2,16	0,52	

Из Узбекистана выезжает главным образом население нетитульных национальностей [7], причем доля миграции в Россию составила 50%, в Казахстан – 43%. Значение параметра $\mu_{61} = 0,87$ может свидетельствовать о том, что для мигрантов из Узбекистана в Россию как отдельной социальной группы «своим» этносом преимущественно является российский. При этом параметр разнородности этой группы с населением Узбекистана равен $\mu = 1/\mu_{61} = 1/0,87 = 1,15$. Данная социальная группа считает, что между российским и узбекским этносами различия невелики. В общем потоке эмиграции из России около 21% приходится на Узбекистан. Параметр разнородности между Россией и Узбекистаном с точки зрения мигрантов из России равен $\mu = 1/\mu_{16} = 1/0,05 = 20$. В СССР значение параметра разнородности узбеков и русских равнялось 2,4.

В первом полугодии 2013 г. в общем числе эмигрантов (174,4 тыс. чел.) из Казахстана доля этнических русских составляла 70,9% [1]. За 2012–2014 гг. доля миграции в Россию составила 86%, в Германию – 5%. Можно предположить, что мигранты (в основном – русские) считают, что различия между Россией и Казахстаном оцениваются значением параметра $\mu = 1/\mu_{51} = 1/0,54 = 1,85$. Отметим, что в СССР значение параметра разнородности казахов и русских равнялось 1,4. В общем потоке эмиграции из России около 10% приходится на Казахстан. Параметр разнородности между Россией и Казахстаном с точки зрения мигрантов из России равен $\mu = 1/\mu_{15} = 1/0,29 = 3,45$.

Выезжающие из Украины в Россию не видят различий между украинцами и русскими ($\mu_{21} = 1,09$), тогда как мигранты из России на Украину видят между названными этносами существенное различие.

В таблице 6 для шести стран представлены результаты оценки параметра разнородности различными методами (если значение параметра в таблице 5 меньше единицы, то берется обратное число).

Таблица 6. Сравнительная оценка параметра разнородности

Показатель	Значения параметра разнородности				
	Украина	Беларусь	Армения	Казахстан	Узбеки-стан
Мигранты в Россию	1,09	1,72	1,47	1,85	1,15
Мигранты из России	4,55	4,55	14,29	3,45	20,0
По результатам Отече- ственной войны 1941–1945 гг.	1,2	1,2	1,5	1,4	2,4
Мигранты на Украину		2,78	1,28	1,09	1,28
Мигранты с Украины		1,96	—	1,14	1,67
Мигранты в Беларусь	1,96		1,29	3,33	1,63
Мигранты из Беларуси	2,78		4,00	1,16	2,17
Мигранты из Армении	1,28	1,29		2,67	2,16
Мигранты в Армению	—	4,00		1,31	1,95
Мигранты из Казахстана	1,09	3,33	1,31		1,92
Мигранты в Казахстан	1,14	1,16	2,67		2,50
Мигранты из Узбекистана	1,28	1,63	1,95	2,50	
Мигранты в Узбекистан	1,67	2,17	2,16	1,92	

Таким образом, гравитационную модель миграции можно использовать для оценки параметра разнородности. Полученные с ее помощью результаты не противоречат оценкам, выполненным на основе анализа вклада разных национальностей в общую Победу в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.

Из таблицы 4 в частности видно, что в среднем высокие различия (разнородности) характерны для таких стран, как Австралия, Франция, Великобритания, Испания и Канада (среднее значение параметра разнородности выше 8). Тогда как для

Германии, Нидерландов, Чехии и Болгарии эти различия невелики.

При обработке статистических данных нами не учитывались особенности правовых режимов, в определенных условиях оказывающих существенное влияние на потоки миграции. Из выражения (8) видно, что при прочих равных условиях миграционный поток максимален, если население двух соседних стран характеризуется значением параметра разнородности, близким к единице. При различных политических и идеологических разногласиях между странами существенно ограничиваются легальные и нелегальные миграционные потоки, в том числе и за счет оборудования государственной границы глубоко эшелонированными инженерными сооружениями (границы ГДР и ФРГ, Северной и Южной Кореи). Строительство Украиной пограничных сооружений на границе с Россией свидетельствует о том, что имеются существенные идеологические разногласия на уровне элит, тогда как население указанных стран этнически однородно.

Преобразуем выражение (8) и вычислим поток миграции M_{ij} из страны i в страну j с учетом административно-правового режима в области миграции:

$$(11) M_{ij} = k_{mi} \frac{(1 - P_{RMij}) w_{bj} D_j (V_j / V_i)}{\sqrt{r_{ij} / r_{i\min}} (\mu_{ij})^2},$$

где $0 \leq P_{RMij} \leq 1$ – индекс административно-правового режима, действующего в отношении граждан, пытающихся мигрировать из i в j . При $P_{RMij} = 0$ отсутствуют какие-либо ограничения на миграцию между странами i и j . Соответственно, при $P_{RMij} = 1$ невозможна легальная и нелегальная миграция из страны i в страну j .

В выражениях (8) и (11) используется часть законов Э.Г. Равенштейна, характерных в основном только для межгосударственной миграции. Параметр разнородности желательно вычислять по результатам совместных действий этносов. При отсутствии соответствующих статистических данных можно использовать экспертные процедуры, матрицы генетических, географических и лингвистических расстояний.

На основании законов миграции и частного случая гравитационной модели миграции можно сформулировать *правило выбора индивидуального актора*: мигранты выбирают страну назначения с учетом соотношения уровней ВВП на душу населения, урбанизации, емкости страны (характеризуется функцией базовой суверенности), степени разнородности между странами и существующего административно-правового режима миграции.

3. Заключение

Таким образом, нами рассмотрено расширение гравитационной модели миграции, учитывающее притягивающие и промежуточные факторы (по Э. Ли). По статистическим данным за 2009–2014 гг. для некоторых стран СНГ выполнена оценка параметра этнической разнородности. Полученные данные не противоречат оценкам параметра, полученного на основе анализа вклада различных национальностей СССР в Победу в годы Великой Отечественной войны.

Введение индекса административно-правового режима в области миграции позволит формулировать и решать задачи в области управления миграционными потоками.

Литература

1. АСКАРОВ Т. *Почему люди опять уезжают из Казахстана?* – URL: http://forbes.kz/life/pochemu_lyudi_oryat_uezjayut_iz_kazahstana (дата обращения: 10.08.2015).
2. *База данных статистического отдела ЕЭК ООН.* – URL: http://w3.unece.org/PXWeb2015/pxweb/ru/STAT/STAT__30-GE__99-MCH_1 (дата обращения: 17.08.2015).
3. *Всесоюзная перепись населения 1939 года: основные итоги.* – М.: Наука, 1992. – 254 с.
4. ДМИТРИЕВ В.А. *К вопросу о варваризации Римской армии в IV в. н.э. (по данным Аммиана Марцеллина)* // Научные ведомости БелГУ. Серия: История. Политология. Экономика. Информатика. – 2011. – №7(102). – С. 44–56.

5. КАМАЛОВА Р.У. *Этническая гетерогенность: основные понятия и проблемы измерения* // «Полития». – 2013. – №4(71). – С. 127–149.
6. КУЧМА В.В. *Военная организация Византийской империи*. – СПб.: Алетейя, 2001. – 426 с.
7. МАКСАКОВА Л. *Узбекистан в системе международных миграций*. – URL: <http://www.demoscope.ru/weekly/2010/0415/analit03.php> (дата обращения: 04.08.2015).
8. *Миграция населения: теория, политика: учеб. пособие* / Под ред. О.Д. Воробьевой, А.В. Топилина. – М.: Экономическое образование, 2012. – 364 с.
9. *Прикладное прогнозирование национальной экономики: учебное пособие* / Под ред. В.В. Ивантера, И.А. Буданова, А.Г. Коровкина, В.С. Сутягина. – М.: Экономистъ, 2007. – 896 с.
10. *Расстояние калькулятор*. – URL: <http://ru.distance.to/> (дата обращения: 06.08.2015).
11. *Россия и СССР в войнах XX века. Потери вооруженных сил. Статистическое исследование* / Под общ. ред. Г.Ф. Кривошеева. – М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2001. – 608 с.
12. СОРОКО Е. *Этнически смешанные супружеские пары в Российской Федерации* // Демографическое обозрение. – 2014. – Т. 1, №4. – С. 96–123.
13. ШУМОВ В.В. *Геополитика и безопасность: математическое моделирование* // Геополитика и безопасность, 2015. № 1 (29). – С. 37–45.
14. ШУМОВ В.В. *Общественная и национальная безопасность: анализ, моделирование и верификация* // Политика и общество. – 2015. – №3(123). – С. 303–319.
15. ШУМОВ В.В. *Пограничная безопасность как ценность и общественное благо: Математические модели*. – М.: ЛЕНАНД, 2015. – 184 с.
16. ШУМОВ В.В. *Государственная и общественная безопасность: Моделирование и прогнозирование*. – М.: ЛЕНАНД, 2016. – 144 с.
17. LEE E.S. *A Theory of Migration* // Demography. – 1966. – Vol. 3, No. 1. – P. 47–57.

18. *National Accounts Main Aggregates Database*. – URL: <http://unstats.un.org/unsd/snaama/selbasicFast.asp> (дата обращения: 05.04.2015).
19. RAVENSTEIN E.G. *The Laws of Migration* // J. of the Statistical Society of London. – 1885. – Vol. 48, No. 2. – P. 167–235.

MIGRATION MODELING: AN EXTENSION OF GRAVITY MODEL

Vladislav Shumov, International Informatization Academy, Moscow, Cand.Sc., senior lecturer (vshum59@yandex.ru).

We consider an extension of the gravity model of migration taking into account attracting and intermediate factors. Our model is based on the experimental analysis of legal migration and factors influencing its intensity. A rule of destination country selection by migrants is formulated. We propose a novel index of administrative regime which reflects how favorable the migration law and regulations are in the given country. The model parameters are estimated from statistical data. The ethnic heterogeneity of former USSR countries was estimated from 2009-2014 years data.

Keywords: laws of migration, gravity model, ethnic heterogeneity.

Статья представлена к публикации членом редакционной коллегии Д.А. Новиковым.

*Поступила в редакцию 19.09.2015.
Опубликована 31.01.2017.*