

Калибрация и проверка гравитационной модели на миграционных данных

Резюме

Я. Паулов, Ш. Полячик

Применяемые символы и сокращения:

T_{ij}^* : наблюдаемые миграционные токи;

T_{ij} : миграционные токи предполагаемые на основе модели;

$[T_{ij}^*]_{i,j=1}^{m,n}$ матрица значений T_{ij}^* ;

$[T_{ij}]_{i,j=1}^{m,n}$ матрица значений T_{ij} ;

$M_i^{(1)}, M_j^{(2)}, O_i, D_j$: меры массы;

c_{ij} : обобщенная мера расстояния;

$K, A_i, B_j, \alpha, \beta$: параметры гравитационной модели;

a, b : коэффициенты регрессивной функции $T_{ij} = a + bT_{ij}^*$;

g : коэффициент корреляции между T_{ij}^* и T_{ij} ;

$\sum_i \sum_j (T_{ij} - T_{ij}^*)^2 = s$; $C'(\alpha_i) - C = z'$: разница между левой и правой стороной уравнения (21);

$C(\beta_j) - C = z$: разница между левой и правой стороной уравнения (22),

MNS: метод наименьших квадратов;

IM: итерационный метод;

MNV: метод максимального прав депо добия;

FV: физические расстояния; (в км);

EV: экономические расстояния (железнодорожные тарифы в Кчс);

StC: Среднечешский край; JČ: Югочешский край; ZČ: Западнечешский край; SČ: Северочешский край; VČ: Восточнечешский край; JM: Югоморавский край; SM: Североморавский край; ZS: Западнословацкий край; SS: Среднесловацкий край; VS: Восточнословацкий край.

Работа является попыткой калибровать и проверить гравитационную модель на данных миграции между краями Чехословакии на протяжении отдельных лет интервала 1961 — 1965

В первой части статьи предлагается набросок теоретических основ модели гравитации. Приводятся его различные формы, начиная простыми, основанными на аналогии с механикой по Ньютону, кончая формами, основанными на принципе максимизации энтропии.

Вторая часть работы посвящена собственной калибрации и проверке гравитационной модели. Предметом калибрации и проверки были выбраны четыре вида, а именно: (5), (8); (15), (18). При каждом из приведенных видов мы работали как с физическими (км), так и с экономическими

(железнодорожные тарифы, Кчс) расстояниями. Расстояния между отдельными областями (краями) понимались как расстояния между их главными городами; лишь в случаях, когда положение главного города было чересчур эксцентрическое, принимался другой город данного края, имеющий приблизительно центральное положение (в общем мы приняли этот принцип в трех случаях). Расстояния внутри края понимались как радиусы кругов, площадь которых равняется площади данного края.

Для оценивания параметров K , A_i , B_j , α , β применялись три метода, а именно:

- (a) Метод наименьших квадратов [уравнения (19), (20)],
- (b) интеграционный метод (при оценивании параметров A_i , B_j),
- (c) метод максимального правдоподобия [уравнения (21), (22)].

В качестве критерия согласия использовались коэффициенты регрессивной функции $T_{ij} = a + bT_{ij}^*$; и $\sum_i \sum_j (T_{ij} - T_{ij}^*)^2$. Миграционные матрицы имеют размер 10×10 ; в случае моделей (5) и (18) работаем однако с агрегатными треугольными матрицами с числом элементов 55. Нумерические результаты калибровки и проверки приводятся на приложениях в виде таблиц. Из пяти изучаемых лет мы выбрали год 1965. Прилагаемая таблица содержит кроме того и числа жителей отдельных областей в 1965. г. (применялись в качестве мер массы $M_i^{(1)} M_j^{(2)}$ и матрицы физических и экономических расстояний).

Результаты калибровки и проверки можно коротко резюмировать следующим способом:

(А) У всех обсуждаемых форм гравитационной модели параметр α , эвент. β намечает, что тормозящее влияние расстояния на миграцию между чехословацкими краями сравнительно невелико. Замечательным знаком обоих параметров является их значительная стабильность на протяжении изучаемого периода, что намечает определенную стационарность процесса миграции.

(Б) Параметры A_i и B_j ; называемые баланционными факторами и представляющие собой критерии доступности и конкуренции интерагирующих территориальных целых, указывают, что для миграции в общем отличаются чешские и моравские области лучшей доступностью по сравнению со словацкими. Исключением является только Югочешский край, который, »походит« на край Словакии.

(В) Остатки обнаруживают значительную вариабильность (некоторые величины сравнительно высоки). Предполагаем, что величина остатков зависит — кроме факторов, которые не были эксплицитно обсуждаемы в модели — только на приблизительном определении междукраевых и внутрикраевых расстояний и факте, что здесь имеется дело и с внутрикраевой миграцией, которую нельзя достаточно хорошо сравнить с междукраевыми миграциями. Но анализом остатков в предлагаемой работе ближе не занимаемся.

(Г) Коэффициент корреляции (r), понимаемый как дескриптивная мера зависимости во всех наблюдаемых случаях сравнительно высок. Ни в одном случае не падает ниже значения 0,75, причем его максимальная величина составляет 0,98. В этом смысле выражают все предсказанные миграционные матрицы относительно точно основную тенденцию в реальных миграционных данных.

(Д) Значения коэффициента регрессии β указывают, что формы гравитационной модели, при которых оценивание параметров осуществлялось по методу наименьших квадратов, недооценивают данные. В остальных случаях мы встретились преимущественно с преувеличением значений данных. Параметр β во всех наблюдаемых случаях вращается около 1,0, что опять намечает, что основная тенденция в миграционных данных в процессе моделирования соблюдается. Оптимальные значения обоих коэффициентов регрессии были получены при форме модели (8) и применении экономических расстояний.

(Е) Формы гравитационной модели, при которых параметры A_i , B_j замещают параметр K , предсказывают миграционные данные повидимому ближе к действительности.

(Ж) Метод максимального правдоподобия обеспечивает при оценивании параметров у тех же моделей в общем более точное согласие предсказанных данных с реальными.

(З) Применение физических расстояний обнаруживает в общем лучшие результаты при возводимых видах гравитационной модели чем при экспоненциальных видах и вместе с тем при форме гравитационной модели, при которой не требуются связи условия (12) и (13).

(И) Перевес экспоненциальных форм гравитационной модели в сопоставлении с возводимыми формами проявляется в общем при применении экономических расстояний и одновременной силе условий (12) и (13).

Перевела *Н. Гуньовска*