

PETER PODOLÁK¹**HIERARCHICKY PODMIENENÉ INTERAKČNÉ MODELY**

Peter Podolák: Interaction Models Hierarchically Conditioned. Geogr. Čas., 39, 1987, 1; 1 table, 20 refs.

The aim of this paper is to point out the role, which is played by hierarchic effect in spatial interaction models. Asymmetries in migration processes are conditioned by a hierarchic differentiation in territorial units. Properties of interaction models hierarchically conditioned were traced on example of migration flows between 36 districts of the Slovak Socialist Republic from 1971 to 1980.

ÚVOD

Priestorové modely ako nástroje poznávania sa stávajú čím ďalej tým viac nevyhnutným podkladom kvalifikovaného územného a oblastného (regionálneho) plánovania. V článku venujeme pozornosť špecifickému druhu priestorových modelov — interakčným modelom.

V kontexte tohto článku chápeme interakciu ako zovšeobecňujúci pojem pre najrozličnejšie druhy väzieb (kontaktov) medzi územnými jednotkami. Môže ísť napr. o väzby realizované prostredníctvom premiestňovania osôb (dochádzka do práce, za službami, migrácia a pod.), resp. premiestňovania materiálov (suroviny, tovary a pod.), prípadne kontakty informačného charakteru (listové zásielky, telefónne hovory a pod.) atď. Jednoduchý spôsob záznamu interakcie predstavuje matica, ktorej jednotlivé prvky budeme symbolicky označovať T_{ij} . Hodnotou T_{ij} vyjadrujeme veľkosť interakcie medzi východiskovou územnou jednotkou i a cieľovou územnou jednotkou j (napr. počet migrujúcich osôb z oblasti i do oblasti j). Takúto maticu budeme nazývať interakčnou maticou.

V článku sa zaoberáme prípadom, kde počet východiskových územných jednotiek je zhodný s počtom cieľových územných jednotiek. V takomto prípade existujú medzi každou dvojicou jednotiek dva (v našom prípade migračné) toky — z i do j a opačne z j do i , označme ich T_{ij} , resp. T_{ji} .

Jedným z hlavných cieľov interakčných modelov je čo najvernejšie reprodukovat', resp. predikovat' počet interakcií medzi sledovanými jednotkami. K tomu slúžia viac či menej zložité formy interakčných modelov a rôzne metódy ich kalibrácie a testovania (5, 10, 16, 17).

¹ RNDr. Peter Podolák, Geografický ústav CGV SAV, Obrancov mieru 49, 814 73 Bratislava.

INTERAKCIA A ASYMETRIA

Z geografickej literatúry dobre známy klasický gravitačný model, v ktorom je pre tento prípad miera masy totožná s počtom obyvateľov, má tvar

$$T_{ij} = \frac{kP_iP_j}{d_{ij}^b} \quad i, j = 1, \dots, n \quad (1)$$

kde T_{ij} — tok migrantov i do j; P_i, P_j — počet obyvateľov príslušných územných jednotiek; d_{ij} — vzdialenosť medzi i a j; k, b — parametre modelu; n — počet sledovaných územných jednotiek.

Model takéhoto tvaru predikuje medzi územnými jednotkami i a j symmetrické toky. Pri použití takéhoto modelu (za predpokladu, že $d_{ij} = d_{ji}$) by sa tok z i do j vlastne zhodoval s tokom opačného smeru, t. j. z j do i ($T_{ij} = T_{ji}$). V skutočnosti by však takáto zhoda bola málo pravdepodobná, pretože oblasti (miesta) priliehajú, resp. vypudzujú migrantov rôzne veľkou „silou“. V prípade, že j je pre migrantov viac atraktívne ako i, môžeme očakávať, že tok z i do j bude väčší ako naopak (t. j. $T_{ij} > T_{ji}$).

Z tohto dôvodu pozorujeme v migračných maticiach asymetriu, ktorá môže viesť v extrémnom prípade až k jednosmernému toku medzi dvojicou oblastí (miest apod.). Asymetrické toky sú obyčajne slabo tranzitívne, t. j. ak $T_{ij} > T_{ji}$ a $T_{jk} > T_{kj}$, tak potom aj $T_{ik} > T_{ki}$ pre všetky i, j, k. V takomto prípade možno sledovať napr. hierarchické postavenie jednotlivých oblastí (miest), pretože keď j stojí na vyššom hierarchickom stupni ako i, dá sa predpokladať, že $T_{ij} > T_{ji}$ (3, 20).

W. R. Tobler (19) rozšíril túto základnú analýzu stanovením tzv. podporujúcej funkcie (forcing function), ktorej hodnota v každom mieste determinuje asymetriu. Keď je hodnota tejto funkcie v dvoch sledovaných miestach rozdielna, výsledkom bude tok, ktorého veľkosť bude determinovaná mierou masy, vzdialenosťou a rozdielom v hodnote funkcie. Tento efekt samotný migračný tok ako taký ešte umocňuje v tom zmysle, že silnejší z oboch tokov medzi dvoma miestami zosilňuje a slabší zoslabuje.

Na interakciu sa teda možno pozeráť z hľadiska horizontálne i vertikálne pôsobiacich činiteľov. Okrem masy (počtu obyvateľov), ktorej vplyv na množstvo interakcie je pochopiteľný, pôsobí vzdialenosť so svojou brzdiacou silou, ako aj dominantnosť, resp. relatívna atraktivita, ktorá zodpovedá za asymetrie v interakčnom procese. Voľne povedané, horizontálna rovina korešponduje s priestorovými efektami a vertikálna rovina s hierarchickými efektami.

Pre skúmanie závislostí a zvláštností uvedených procesov sa ukázali ako vhodné interakčné modely, ktoré vo všeobecnosti nepredikujú symetrické toky medzi dvojicami jednotiek v interakčnej matici (12).

Hypotézu o hierarchickej podmienenosti interakcií možno všeobecne vyjadriť (M. F. Goodchild, M. Y. C. Kwan (4)) v tvare

$$T_{ij} = P_i f(d_{ij}) g(H_i, H_j) \quad (2)$$

kde funkcie f a g sú mierou horizontálnej, resp. vertikálnej diferenciácie, pričom H_i a H_j vyjadrujú relatívnu atraktivitu oblastí i a j a P_i počet obyvateľov oblasti i.

Rovnica (2) vyjadruje vo všeobecnom tvare veľkosť toku medzi dvoma oblasťami s ohľadom na horizontálnu i vertikálnu dimenziu. Diferenciácia verti-

kálnej dimenzie je určená hodnotami H . V horizontálnej rovine sú možné dva spôsoby riešenia. Je možné využiť skutočnú lokalizáciu sledovaných oblastí a vypočítať hodnotu funkcie vzdialenosti f tak, aby model predikoval veľkosť toku čo najlepšie, teda s čo najmenšou odchýlkou. Na druhej strane je možné stanoviť hodnotu funkcie f nejakým a priori spôsobom a lokalizáciu jednotlivých oblastí vyberať tak, aby model adekvátne predikoval toky.

APLIKÁCIA MODELU

S cieľom ukázať, ako pracuje hierarchicky podmienený interakčný model, budeme ďalej uvažovať prípad, v ktorom využijeme skutočnú lokalizáciu sledovaných oblastí a funkciu vzdialenosti f stanovíme tak, aby sa dosiahla čo najlepšia zhoda medzi skutočnými a modelom predikovanými veľkosťami migračných tokov. Model odvodíme takým spôsobom, že do všeobecnej rovnice (2) dosadíme za funkciu g podiel hierarchického postavenia územných jednotiek a funkciu f uvažujeme ako exponenciálnu funkciu. Model má tvar (4)

$$T_{ij} = aP_i \frac{H_j}{H_i} \exp(-bd_{ij}) \quad i, j = 1, \dots, n \quad (3)$$

kde T_{ij} — migračný tok z oblasti i do oblasti j ; P_i — počet obyvateľov oblasti i ; H_i, H_j — miera hierarchického postavenia oblasti, i , resp. j ; d_{ij} — vzdialenosť oblastí i a j ; a, b — parametre modelu; n — počet sledovaných oblastí.

Dáta, ktoré sme použili, týkajú sa migrácie medzi jednotlivými okresmi SSR za r. 1971—1980. Tieto dáta sme do istej miery upravili, a to tak, že okresy Bratislava-mesto a Košice-mesto sme agregovali s ich vidieckymi okresmi, takže sme pracovali s migračnou maticou 36×36 . Vzdialenosť medzi okresmi je vyjadrená cestnou vzdialenosťou medzi okresnými mestami.

V dôsledku zavedenia vertikálnej dimenzie do modelu (3) je potrebné vypočítať hodnoty H — mieru hierarchického postavenia jednotlivých okresov.

Pri posudzovaní hierarchickej úrovne okresov je potrebná značná dávka opatrností. Hierarchická organizácia systému je sama o sebe problémom, ktorý by si vyžadoval osobitnú pozornosť. Možno sa na ňu pozeráť z rôznych hľadísk. Ideálnym prípadom by bolo všestranné hodnotenie obrovského množstva väzieb rôznej povahy existujúcich medzi prvkami systému, v našom prípade okresmi SSR. Vo všeobecnosti sa dá povedať, že hodnoty ukazovateľov hierarchického postavenia toho-ktorého okresu závisia od výberu faktorov, ktoré by sme brali do úvahy a samozrejeme od zvolenej metódy. Prvotným cieľom tohto článku však nie je problém hierarchizácie ako takej, a preto sme za ukazovateľa hierarchického postavenia príslušného okresu zvolili pomerne jednoduchú charakteristiku — entropickú mieru príťahovania migrantov jednotlivými okresmi.

Túto charakteristiku možno hodnotiť ako určité vyjadrenie migračnej atraktivity príslušnej oblasti. Je však pritom zrejmé, že osobitne v problematike sťahovania obyvateľstva nemusí vždy charakteristika vyjadrujúca migračnú atraktivitu zodpovedať hierarchickému postaveniu príslušnej oblasti (9). Pre nami sledovaný konkrétny prípad je však aj takáto jednoduchá charakteristika postačujúca.

Pri výpočte hodnôt H sme použili entropiu ako nástroj opisu priestorovej štruktúry ([J. Paulov (13)]).

Tab. 1. Miera prítahovania migrantov okresmi Slovenskej socialistickej republiky — hodnoty H (10-násobky)

Bratislava	11,61	Prievidza	1,02
Dunajská Streda	0,26	Rimavská Sobota	0,46
Galanta	0,94	Veľký Krtíš	0,12
Komárno	0,22	Zvolen	1,09
Levice	0,81	Žiar nad Hronom	0,54
Nitra	1,41	Žilina	1,06
Nové Zámky	0,86	Košice	4,84
Senice	0,50	Bardejov	0,16
Topoľčany	1,08	Humenné	0,41
Trenčín	1,09	Michalovce	0,41
Trnava	2,19	Poprad	1,19
Banská Bystrica	1,61	Prešov	1,21
Čadca	0,22	Rožňava	0,37
Dolný Kubín	0,33	Spišská Nová Ves	0,67
Liptovský Mikuláš	0,78	Stará Ľubovňa	0,11
Lučenec	0,66	Svidník	0,06
Martin	0,89	Trebišov	0,40
Považská Bystrica	0,71	Vranov nad Topľou	0,24

V prípade našej migračnej matice možno súčet všetkých migrantov, ktorí sa vysťahovali z okresu i do ostatných okresov Slovenska, označiť ako M_i . Podobne súčet migrantov, ktorí sa prisťahovali z ostatných okresov Slovenska do okresu i , možno označiť ako M_j . Zároveň platí, že súčet všetkých prevedených migrácií v rámci Slovenska $\sum_{i=1}^{36} \sum_{j=1}^{36} M_{ij} = M$.

Takéto vzťahy dovoľujú prejsť k relatívnym hodnotám, ktoré predstavujú vlastne relatívne početnosti a možno ich interpretovať ako pravdepodobnosti. Pre náš výpočet je dôležitá nepodmienená pravdepodobnosť F_j , daná podielom $\frac{M_j}{M}$, ako aj podmienené pravdepodobnosti $F_{i|j}$ a $F_{j|i}$.

$$F_{i|j} \text{ je daná podielom } \frac{M_{ij}}{M_j} \text{ a } F_{j|i} = \frac{M_{ij}}{M_i}$$

Po stanovení príslušných pravdepodobností možno definovať aj konkrétne entropie vzťahujúce sa k danej migračnej matici. Z celej sústavy podmienených i nepodmienených entropií možno použiť výraz

$$E(X|Y_j) = - \sum_{i=1}^{36} F_{i|j} \log F_{i|j} \quad (4)$$

a dosadiť do vzťahu

$$H = E(X|Y_j) F_j \quad (5)$$

Výraz (5) možno interpretovať ako mieru prítahovania migrantov jednotlivými okresmi. Vypočítané hodnoty H pre okresy Slovenska sú zachytené v tab. 1.

Pri kalibrácii modelu (3) sme použili iterakčnú metódu z dôvodu určitej možnosti nie celkom presného sformulovania modelu. Neboli použité ani žiadne

obmedzujúce (zadané) podmienky, viažuce sa v interakčných modeloch na východiská, resp. ciele interakčného procesu (1, 12, 14, 15, 18).

Postupnými iteráciami sme dospeli k takým teoretickým hodnotám T'_{ij} , ktorých odchýlka od skutočných hodnôt je podľa zvolených kritérií najmenšia. Za účelom získania predstavy, ako modelom predikované hodnoty korešpondujú so skutočne nameranými hodnotami, resp. ako modelom predikovaná migračná matica ako celok korešponduje so skutočnou migračnou maticou ako celkom, vypočítali sme tieto ukazovatele: koeficient korelácie r medzi skutočne nameranými a modelom predikovanými hodnotami, koeficient determinácie r^2 , charakteristiky E a z_{ij} .

Charakteristika E je definovaná ako

$$E = \left[\frac{\sum_{i,j=1}^{36} (T_{ij} - T'_{ij})^2}{n} \right]^{1/2} \quad (6)$$

kde T_{ij} — skutočný migračný tok medzi okresmi i a j ; T'_{ij} — modelom predikovaný migračný tok medzi okresmi i a j ; n — počet prvkov migračnej matice. Charakteristika z_{ij} je daná vzťahom

$$z_{ij} = \frac{|T_{ij} - T'_{ij}|}{s} \quad (7)$$

kde T_{ij} a T'_{ji} — skutočný, resp. modelom predikovaný migračný tok medzi okresmi i a j ; s — smerodajná odchýlka matice skutočných hodnôt T_{ij} .

Dospeli sme k nasledujúcim výsledkom:

koeficient korelácie r	0,8536
koeficient determinácie r^2	0,7286
charakteristika E	2348,9

z_{ij}	počet T'_{ij}
0 — 0,9	632
1,0 — 1,9	79
2,0 — 2,9	37
≥ 3,0	512

Pri charakteristike z_{ij} bola za hraničnú hodnotu pokladaná hodnota 3. Za správne predikované migračné toky T'_{ij} sme pokladali tie, pre ktoré bola hodnota z_{ij} menšia ako 3. Z celkového počtu 1200 prvkov matice bolo 748 (59,4 %) predikovaných správne podľa zvolených kritérií, zatiaľ čo 512 prvkov (40,6 %) týmto kritériám nevyhovovalo.

Z dosiahnutých výsledkov možno vyvodiť tieto závery:

1. Medzi najdôležitejšie faktory ovplyvňujúce medziokresnú migráciu na Slovensku patria počet obyvateľov, vzdialenosť a vzájomné priestorové usporiadanie. Vzdialenosť pôsobí na migráciu ako brzdiaci činiteľ, teda so stúpajúcou vzdialenosťou klesá počet migrantov. S ohľadom na priestorové usporiadanie sú v určitom zmysle vo výhode okresy stredného Slovenska, ktoré sú lepšie dostupné ako okresy ležiace na západnom, resp. východnom okraji Slovenska. Predpokladané migračné toky vzhľadom na počet obyvateľov, vzdialenosť i vzá-

jomné priestorové usporiadanie sú však vo veľkej miere ovplyvnené migračnou atraktivitou (príťažlivosťou) jednotlivých okresov. V skúmanom, hierarchicky podmienenom interakčnom modeli je táto skutočnosť zohľadnená zavedením hodnôt H . Tieto dosahujú najvyššie hodnoty v okresoch Bratislava, Trnava, Nitra, Trenčín a Topoľčany v Západoslovenskom kraji, Banská Bystrica, Zvolen, Žilina, Prievidza a Martin v Stredoslovenskom kraji, Košice, Prešov a Poprad vo Východoslovenskom kraji. V týchto okresoch pôsobia vo väčšej miere stimulačné faktory, ktoré podnecujú imigráciu i z väčších vzdialeností. Do týchto okresov (bez ohľadu na vzdialenosť) smerujú teda aj najsilnejšie migračné toky. Túto skutočnosť nami skúmaný model pomerne dobre zachytáva. Z každého okresu Slovenska predikuje najsilnejší migračný tok do okresov bezprostredne susediacich a potom do niektorého z uvedených okresov s vysokými hodnotami hierarchického postavenia.

2. Ďalšou užitočnou vlastnosťou hierarchicky podmieneného interakčného modelu je skutočnosť, že dokáže zachytiť asymetrie v migračnom procese. Keď sa napr. Bratislava vyznačuje vyšším hierarchickým postavením ako Lipt. Mikuláš (má teda vyššie hodnoty H), tak model správne predikuje silnejší migračný tok z Liptovského Mikuláša do Bratislavy ako v opačnom smere. V takomto relatívnom zmysle model zachytáva asymetriu migračných tokov v celej matici. Určité odchýlky sa však objavujú pri stanovení absolútnej veľkosti migračného toku.

3. Odchýlky vykazujú značnú variabilitu, niektoré hodnoty sú pomerne vysoké, hlavne pri malej vzdialenosti a vysokom počte obyvateľov (okresy Bratislava, Košice a Trnava vo vzťahu k ich najbližším susedom). Problém vysvetlenia odchýlok je však dosť komplikovaný, poskytujúci možnosti širokého poľa úvah a analýz. Je potrebné si uvedomiť, že na veľkosť odchýlok vplyvajú okrem iného všetky ďalšie faktory pôsobiace na migráciu, ktoré nie sú explicitne zahrnuté v modeli.

4. Vzhľadom na hodnoty koeficientu korelácie a koeficientu determinácie použitým modelom predikovaná migračná matica pomerne adekvátne vystihuje základné smery v skutočných migračných dátach. Väčšinu migračných tokov medzi slovenskými okresmi za r. 1971—1980 model predikoval správne, hlavne migrácie na stredné a väčšie vzdialenosti.

5. Dosiahnuté výsledky sú približne rovnaké, aké dosiahli podobným spôsobom aj iní autori (pozri napr. [4]). Počet nesprávne predikovaných migračných tokov sa môže zdať na prvý pohľad vysoký, ovšem je si potrebné uvedomiť, že v tomto prípade išlo o relatívne najjednoduchšiu formu hierarchicky podmieneného interakčného modelu, ktorý je možné rozšíriť o ďalšie premenné a tým výsledky spresniť. Veď proces migrácie obyvateľstva je veľmi komplikovaný, ovplyvnený mnohými ďalšími činiteľmi rôznej povahy.

ZÁVER

Hierarchické väzby sa v geografickej literatúre — až na niektoré výnimky — obyčajne znázorňujú vo forme stromu, resp. dendritu (2, 6, 8). V príspevku sme sa pokúsili zachytiť závislosť hierarchických vzťahov a priestorových väzieb. Nami skúmaný model predstavuje iba jeden z celej série hierarchických interakčných modelov, ako sú vyjadrené všeobecným vzťahom (2).

Napríklad model, v ktorom je zohľadnená skutočnosť, že oblasti zaujímajúce vyššie hierarchické postavenie, vyznačujú sa tendenciou zvyšovať počet interakcie, zatiaľ čo oblasti na nižšom stupni znižovať počet interakcie (prijímanej i vysielanej) má tvar (4):

$$T_{ij} = a P_i \frac{H_j}{H_i} \exp[-b_0 \exp(-b_1 H_i^{1/2} H_j^{1/2}) D_{ij}] \quad i, j = 1, \dots, n \quad (8)$$

V tomto modeli uvažujeme funkciu vzdialenosti f zo všeobecnej rovnice (2) ako exponenciálnu funkciu, ale v zložitejšom tvare.

Ďalšiu skupinu predstavujú tie hierarchické interakčné modely, ktoré stanovujú funkciu vzdialenosti f za konštantnú a pri kalibrácii sa mení priestorové usporiadanie územných jednotiek tak, aby sa dosiahla čo najlepšie zhoda skutočných a modelom predikovaných hodnôt. Táto skupina modelov však korešponduje viacej s diskretným priestorom.

Záverom možno povedať, že zavedenie vertikálnej dimenzie do interakčných modelov a najmä ďalšie rozpracovanie takéhoto zamerania môže priniesť cenné poznatky v sledovaní zákonitostí a prejavov migračných procesov.

LITERATÚRA

1. BATTY, M., MACKIE, S.: The calibration of gravity, entropy and related models of spatial interaction, *Environment and Planning*, 4, 1972, 205—233. — 2. BEZÁK, A.: Nodálna štruktúra systému slovenských miest, *Geogr. Čas.*, 33, 1981, 18—31. — 3. CURRY, L.: A spatial analysis of gravity flows, *Regional Studies*, 6, 1972, 131—147. — 4. GOODCHILD, M. F., KWAN, M. Y. C.: Models of hierarchically dominated spatial interaction, *Environment and Planning A*, 10, 1978, 1307—1317. — 5. HAINING, R. P.: Estimating spatial interaction models, *Environment and Planning A*, 10, 1978, 305—320. — 6. HRDLIČKA, M.: Hierarchická štruktúra okresů ČSR, *Sborník ČSGS*, 88, 1983, 199—209. — 7. JAGIELSKI, A.: O problematyce i metodologii badań migracyjnych, *Studia Demograficzne*, 4/66, 1981, 3—30. — 8. KARIEL, H. G., WELLING, S. L.: A nodal structure for a set of Canadian cities using graph theory and newspaper datelines, *Geographer*, 21, 1977, 148—163. — 9. MASSER, I., BROWN, P. J. B.: Hierarchical aggregation procedures for interaction data, *Environment and Planning A*, 7, 1975, 509—523. — 10. MAZURKIEWICZ, L.: Modele interakcji przestrzennej, *Przegląd geograficzny*, 52, 1980, 159—179.
11. OPENSHAW, S.: Empirical study of some spatial interaction models, *Environment and Planning A*, 8, 1976, 23—41. — 12. OPENSHAW, S., CONNOLLY, C. J.: Empirically derived deterrence functions for maximum performance spatial interaction models, *Environment and Planning A*, 9, 1977, 1067—1079. — 13. PAULOVI, J.: Entropia a priestorová štruktúra, *Geogr. Čas.*, 27, 1975, 52—60. — 14. PAULOVI, J., POLÁČIK, Š.: Kalibrácia a testovanie gravitačného modelu na migračných dátach, *Acta FRN UC — Geographica*, 17, 1979, 209—232. — 15. PAULOVI, J., POLÁČIK, Š.: Interakčný model: kalibrácia a testovanie, *Studia Geographica*, 74, 1982, 75—94. — 16. PLANE, D.: An information theoretic approach to the estimation of migration flows, *Journal of Regional Science*, 22, 441—456. — 17. ROGERSON, P. A.: New directions in the modelling of interregional migration, *Economic Geography*, 60, 1984, 111—121. — 18. STETZER, F.: Parameter estimation for the constrained gravity model: A comparison of six methods, *Environment and Planning A*, 8, 1976, 673—684. — 19. TOBLER, W. R.: A spatial interaction patterns, *Journal of Environmental Systems*, 6, 1976, 268—299. — 20. TOBLER, W. R.: Estimation of attractivities from interactions, *Environment and Planning A*, 11, 1979, 121—127.

ИЕРАРХИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ИНТЕРАКТИВНЫЕ МОДЕЛИ

Цель статьи — показать роль иерархического эффекта в пространственных интерактивных моделях.

В процессе моделирования асимметрических миграционных потоков важными факторами являются не только удаленность и численность населения, но также доминантность или же относительная привлекательность исследуемых территориальных единиц, вызывающая асимметрию в интерактивном процессе. Если регион j для мигрантов более привлекательный по сравнению с регионом i , то можно предполагать, что миграционный поток из i в j будет больше чем миграционный поток в обратном направлении, т. е. из j в i ($T_{ij} > T_{ji}$). Удаленность (расстояние) и взаимная пространственная упорядоченность вызывают пространственные эффекты, но иерархическое положение исследуемых регионов „отвечает“ за то, который из миграционных потоков является более мощным.

Гипотезу о иерархической обусловленности миграции можно выразить общим отношением (2). Свойства иерархически обусловленных интерактивных моделей нами исследовались на примере миграционных потоков между 36 административными районами Словацкой Социалистической Республики за период 1971—1980 гг. при использовании модели, данной отношением (3).

Для определения значений H , представляющими собой меру вертикальной дифференциации, выражающей относительную привлекательность районов, нами применена мера энтропии притягивания мигрантов отдельными районами согласно отношения (5). Результаты иерархической дифференциации районов ССР приведены в таблице 1. При калибрации нами использован метод итерации и значение функции расстояния f нами вычислено таким образом, чтобы миграционные потоки описывались моделью как возможно лучше. В качестве критерия сходства между в действительности наблюдаемыми и посредством модели получаемыми значениями нами избраны характеристики E и z_{ij} получаемые из отношений (6) и (7).

Воспроизведение действительных данных при помощи модели можно считать, в основном, хорошим. Модель способна учитывать разное иерархическое положение отдельных районов и, тем самым, отразить также асимметрию в миграционном процессе. Однако, можно заметить и некоторые отклонения, главным образом в случае небольшого расстояния и высокого значения численности населения некоторых исследуемых районов.

Нами изучаемый пример представляет собой относительно простейшую форму одной из целой серии иерархических интерактивных моделей, в которых существует возможность введения также и других переменных в целях получения более точных результатов.

Табл. 1. Мера притягивания мигрантов административными районами Словацкой Социалистической Республики — значения H (10-тикратные).

Перевод: Л. П р а в д о в а

Peter P o d o l á k

INTERACTION MODELS HIERARCHICALLY CONDITIONED

The aim of this paper is to point out the role, which is played by hierarchic effect in spatial interaction models.

In modelling asymmetrical migration flows not only distance and population number are significant factors but also dominancy, or also relative attractivity of the followed territorial units, which is responsible for asymmetries in the interaction process. In

the case that an area j is more attractive for migrants than an area i , it can be assumed that the migration flow from i to j will be greater than that in opposite direction, i. e. from j to i ($T_{ij} > T_{ji}$). Both the distance and mutual spatial arrangement evoke spatial effects, while the hierarchic position of the followed areas is responsible for which of migration flows is stronger.

Hypothesis of the hierarchic conditionedness of migration may be expressed by a general relation (2). Properties of the hierarchically conditioned interaction models were followed by us on an example of migration flows between the 36 districts of the Slovak Socialist Republic for the decade 1971—1980 according to a model, which is given by relation (3).

For assessing H values, which are measure of vertical differentiation expressing relative attractivity of the districts, we have employed entropic measure of attracting migrants by the individual districts according to relation (5). Results of the hierarchic differentiation of districts of the SSR are comprised in Table 1. In calibration we have employed iteration method and calculated the value of function of distance f in the way, so that the model may predict migration flows as good as possible. As the criterion for correspondence between the values really observed and those predicted by the model, characteristics E and z_{ij} given by relations (6) or also (7) have been chosen.

Reproduction of real data by the model is good in principal outlines. The model is able to take account of different hierarchic positions of the individual districts and in this way also to carry along asymmetries in the migration process. Nevertheless, certain deviations appear, especially when the distance is small and population number high in some districts followed.

The example, examined by us, represents a relatively simplest form from the whole series of hierarchic interaction models, into which it is possible to introduce also further variables and in this way to present results still more precise.

Table 1. Measure of attracting migrants by the districts of the Slovak Socialist Republic — H values (tenfolds).

Translated by A. Kr a j č í r