GEOGRAFICKÝ ČASOPIS

ROČNÍK 33 1981 ČÍSLO 3

ŠTÚDIE

JOZEF KRCHO

MAPA AKO ABSTRAKTNÝ KARTOGRAFICKÝ MODEL S_K GEOGRAFICKEJ KRAJINY AKO REÁLNEHO PRIESTOROVÉHO SYSTÉMU S_G

Jozef Krcho: Map As an Abstract Cartographical Model S_K of Geographical Landscape As of a Real Spatial System S_G. Geogr. Čas., 33, 1981, 3; 13 figs, 30 refs.

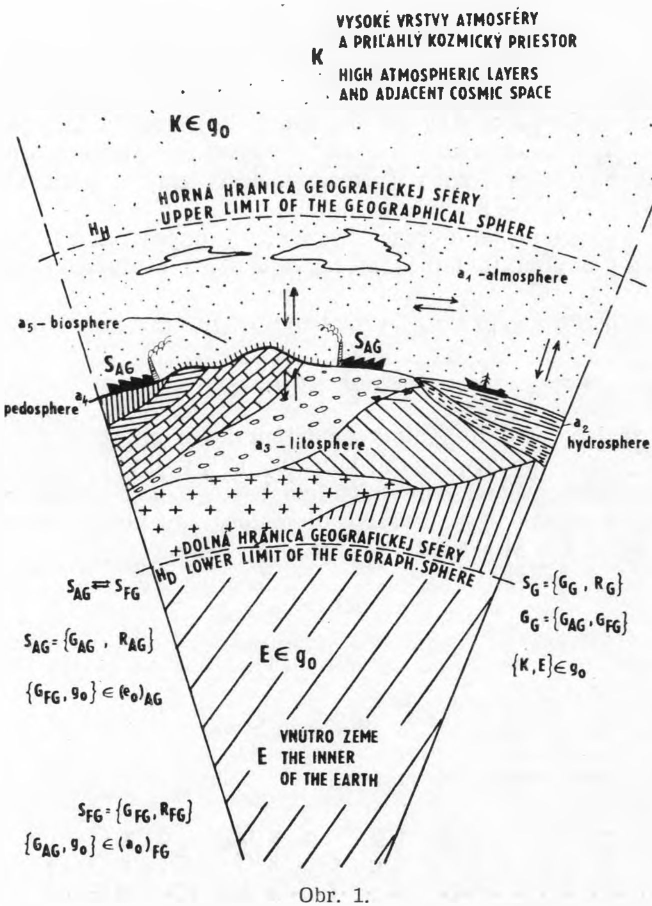
A landscape (a spatially differentiated and spatially organized formation) is considered as a real spatial system S_G and its representation into the map as an abstract system $(S_K)_G$. The components (objects) of landscape as elements of the real spatial system S_G as well as the figures of these components (objects) on the map are considered as elements of the abstract system $(S_K)_G$. The relations between the objects of landscape are defined as dependences r_{ij} between elements g_i, g_j of the system S_G and the figures of these dependences into the map. The representation operator defining the operation of representation of elements g_i of the real spatial system S_G and of dependences r_{ij} between them by cartographical signs. The cartographical sign is defined as a cartographical word. The length of a word. The map as a model.

ÚVOD

S určitou generalizáciou možno povedať, že mapa je v podstate najstarším modelom, ktorý sa používa vo vedných disciplínach. Gegrafia je tak súčasne najstaršou vednou disciplínou, ktorá v podstate používa mapu ako model vždy v určitej mierke 1:M a na určitej rozlišovacej úrovni U napriek tomu, že termín „model" v súčasnom chápaní je iba najnovšieho dáta. Predmetom tejto práce bude problém zobrazenia geografickej krajiny ako reálneho priestorového systému S_G do mapy uvažovanej ako graficky alebo digitálne vyjadrený abstraktný systém $(S_G)_K$ reálneho priestorového systému S_G. Z kartografického hľadiska teda načrtneme problematiku vzťahov priestorove diferencovaných prvkov systému S_G a väzieb medzi nimi na jednej strane, k ich kartografickým obrazom v mape vo zvolenej mierke 1:M a rozlišovacej úrovni U na druhej strane. Z takto uvažovaného hľadiska mapa mierky 1:M teda obsahuje jednak vybrané, priestorovo diferencované kartografické obrazy priestorove diferencovaných prvkov reálneho systému S_G a jednak kartograficky vyjadrené vzťahy medzi týmito kartografickými prvkami. Mapa je teda súčasne jednak modelom a jednak nositeľom priestorovej informácie o reálnom priestorovom systéme S_G, pričom vyjadruje určitý stav charakterizovaný množinami stavových veličín jeho prvkov pre nejaký časový interval $T + \triangle T$. Pre úplnosť už teraz stručne uveďme, že vzťah $S_G : \rightarrow S_G)_K$ je homorfný. Miera homorfie je tým väčšia, čím menšia je mierka mapy, s ktorou súčasne súvisí i rozlišovacia úroveň. Poznamenajme, že do systému S_K môžeme však zobraziť akýkoľvek prestorový systém S, teda nielen systém S_G. Predmetom nášho záujme však bude výlučne systém S_G.

VYJADRENIE GEOGRAFICKEJ KRAJINY AKO REÁLNEHO PRIESTOROVÉHO DYNAMICKÉHO SYSTÉMU S_G

Geografickú sféru uvažujeme v zhode s prácami [8, 10, 19] ako oblasť najintenzívnejšieho prieniku atmosféry, hydrosféry, litosféry, pedosféry a biosféry, ktorá je ohraničená zhora a zdola (obr. 1). V tejto oblasti sa zároveň



Obr. 1.

nachádza socioekonomická sféra. Jednotlivé sféry sú v interakcii, v dôsledku čoho tu dochádza k špecifickým procesom len pre túto oblasť. Sú charakterizované prenosom látok, energie a informácie.

V zmysle prác [1, 9, 11, 12, 30] geografickú sféru chápeme ako zhora a zdola ohraničený systém

$$S_G = \{G_G\ ,\ R_G\}, \tag{1}$$

v ktorom

$$G_G = \{g_n\} \tag{2}$$

je na najnižšej rozlišovacej úrovni uvažovaná konečná množina prvkov, pričom $n = 1, 2, \dots, 11$. Množina (2) sa skladá z dvoch podmnožín

$$\begin{array}{ll} G_{AG} = \{g_f\} \equiv \{e_f\} \ ; & G_{FG} = \{g_{f+k}\} \equiv \{a_k\} \\ f = 1, 2, 3, 4, 5, 6 & k = 1, 2, 3, 4, 5 \ ; \ f = 6, \end{array} \tag{3}$$

takže

$$G_G = \{G_{AG}\ ,\ G_{FG}\}, \tag{3'}$$

kde G_{AG} je podmnožina prvkov $g_f \equiv e_f$ charakterizujúcich na najnižšej rozlišovacej úrovni základné zložky socioekonomickej sféry a G_{FG} je podmnožina prvkov $g_{f+k} \equiv a_k$ charakterizujúcich na najnižšej rozlišovacej úrovni základné zložky fyzickogeografickej sféry (prírodnej časti krajiny (obr. 1). Prvky podmnožiny $G_{AG} : g_1 \equiv e_1$ — poľnohospodárska sféra, $g_2 \equiv e_2$ — lesohospodárska sféra, $g_3 \equiv e_3$ — priemyselná sféra, $g_4 \equiv e_4$ — dopravná a telekomunikačná sféra, $g_5 \equiv e_5$ — obytná (sídelná) sféra, $g_6 \equiv e_6$ — obslužná a riadiaca sféra. Prvky podmnožiny $G_{FG} : g_{6+1} \equiv a_1$ — atmosféra, $g_{6+2} \equiv a_2$ — hydrosféra, $g_{6+3} \equiv a_3$ — litosféra, $g_{6+4} \equiv a_4$ — pedosféra, $g_{6+5} \equiv a_5$ — biosféra. Množina

$$R_G = \{(r_{ij})_s\} \tag{4}$$

je množinou závislostí, a to jednak medzi prvkami množiny (2) a okolím g_0 systému S_G a jednak medzi prvkami množiny (2), t. j. vyjadruje štruktúru systému S_G. Do okolia g_0 patrí jednak vnútro Zeme E pod dolnou hranicou geografickej sféry a jednak vysoké vrstvy atmosféry nad hornou hranicou geografickej fickej sféry, ako aj priľahlý kozmický priestor K, t. j.

$$(E, K) = g_0. \tag{5}$$

Vyjadrime teraz maticový zápis množiny (4). Množinu (4) je možné vyjadriť zavedením množiny

$$G = \{g_0, G_{AG}, G_{FG}\} \tag{6}$$

na základe jej kartézskeho súčinu

$$G \times G = \begin{pmatrix} g_0, \times g_0, & g_0 \times G_{AG}, & g_0 \times G_{FG} \\ G_{AG} \times g_0, & G_{AG} \times G_{AG}, & G_{AG} \times G_{FG} \\ G_{FG} \times g_0, & G_{FG} \times G_{AG}, & G_{FG} \times G_{FG} \end{pmatrix} \tag{7}$$

Kartézske súčiny (7) tvoria submatice, ktorých prvkami sú usporiadané dvojice (g_i, g_j) a ktoré vyjadrujú pôsobenie prvkov g_i, g_j na seba v smere poradia, t. j. $g_i \to g_j$. Usporiadané dvojice predstavujú teda závislosti r_{ij} prvkov g_i, g_j na sebe, t. j.

$$(g_i, g_j) : g_i \to g_j \equiv r_{ij} \,; \; (g_j, g_i) : g_j \to g_i \equiv r_{ji}, \tag{8}$$

Preto vzhľadom na (8) kartézsky súčin (7) vyjadríme ako maticu $^*\mathbf{R}_G$, ktorej prvkami však v zmysle (8) už budú závislosti r_{ij}, takže $G \times G \equiv {}^*\mathbf{R}_G = [r]_i^j$, kde $i, j = 0, 1, 2, \ldots, 11$. Potom aj jednotlivé kartézske súčiny v (7) tvoria submatice, pre ktoré vzhľadom na (8) platí, že

$$\begin{array}{lll} g_0 \times g_0 \equiv {}^*\mathbf{R}_O; & g_0 \times G_{AG} \equiv \mathbf{R}_{OA} \;; & g_0 \times G_{FG} \equiv \mathbf{R}_{OF} \\ G_{AG} \times g_0 \equiv \mathbf{R}_{AO}; & G_{AG} \times G_{AG} \equiv {}^*(\mathbf{R}_{AG})_V; & G_{AG} \times G_{FG} \equiv \mathbf{R}_{AF} \\ G_{FG} \times g_0 \equiv \mathbf{R}_{FO}; & G_{FG} \times G_{AG} \equiv \mathbf{R}_{FA} \;; & G_{FG} \times G_{FG} \equiv {}^*\mathbf{R}(_{FG})_V \;. \end{array} \tag{9}$$

V dôsledku toho

$$^*\mathbf{R}_G = [r]_i^j = \begin{pmatrix} ^*\mathbf{R}_O\,, & \mathbf{R}_{OA} & , \mathbf{R}_{OF} \\ \mathbf{R}_{AO} & ^*(\mathbf{R}_{AG})_V, & \mathbf{R}_{AF} \\ \mathbf{R}_{FO} & \mathbf{R}_{FA} & ^*(\mathbf{R}_{FG})_V \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} [r]_1^1, & [r]_1^f, & [r]_1^k \\ [r]_f^1, & [r]_f^f, & [r]_f^k \\ [r]_k^1, & [r]_k^f, & [r]_k^k \end{pmatrix}, \tag{10}$$

pričom

$$^*\mathbf{R}_O = [r_{00}]; \; \mathbf{R}_{OA} = (r_{01}, r_{02}, \ldots, r_{06}) = [r]_1^f,$$

$$\mathbf{R}_{OF} = (r_{0,6+1}, r_{0,6+2}, \ldots, r_{0,6+5}) = [r]_1^k,$$

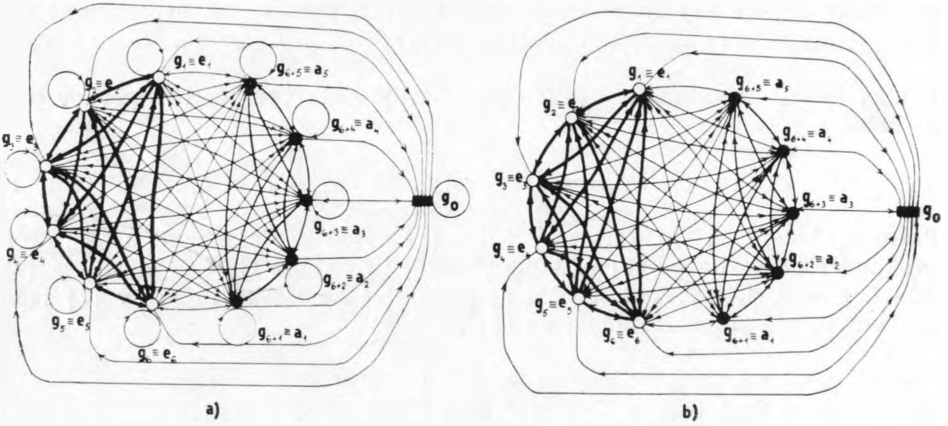
$$\mathbf{R}_{AO} = \begin{pmatrix} r_{10} \\ r_{20} \\ \ldots \\ r_{60} \end{pmatrix} = [r]_f^1 \qquad ^*(\mathbf{R}_{AG})_V = \begin{pmatrix} r_{11}, & r_{12}, & \ldots, & r_{16} \\ r_{21}, & r_{22}, & \ldots, & r_{26} \\ & \ldots & & \\ r_{61}, & r_{62}, & \ldots, & r_{66} \end{pmatrix} = [r]_f^f, \tag{10'}$$

$$\mathbf{R}_{AF} = \begin{pmatrix} r_{1,6+1}, & r_{1,6+2}, & \ldots, & r_{1,6+5} \\ r_{2,6+1}, & r_{2,6+2}, & \ldots, & r_{2,6+5} \\ & \ldots. & & \\ r_{6,6+1}, & r_{6,6+2}, & \ldots, & r_{6,6+5} \end{pmatrix} = [r]_f^k,$$

$$\mathbf{R}_{FO} = \begin{pmatrix} r_{6+1,0} \\ r_{6+2,0} \\ \\ r_{6+5,0} \end{pmatrix} = [r]_k^1; \qquad \mathbf{R}_{FA} = \begin{pmatrix} r_{6+1,1}, & r_{6+1,2}, & \ldots, & r_{6+1,6} \\ r_{6+2,1}, & r_{6+2,2}, & \ldots, & r_{6+2,6} \\ & \ldots. & & \\ r_{6+5,1}, & r_{6+5,2}, & \ldots, & r_{6+5,6} \end{pmatrix} = [r]_k^f,$$

$$^*(\mathbf{R}_{FG})_V = \begin{pmatrix} r_{6+1,6+1}, & r_{6+1,6+2}, & \ldots, & r_{6+1,6+5} \\ r_{6+2,6+1}, & r_{6+2,6+2}, & \ldots, & r_{6+2,6+5} \\ & \ldots.. & & \\ r_{6+5,6+1}, & r_{6+5,6+2}, & \ldots, & r_{6+5,6+5} \end{pmatrix} = [r]_k^k,$$

kde $f = 1, 2, 3, 4, 5, 6$; $k = 1, 2, 3, 4, 5$.



Obr. 2.

Celkový počet prvkov r_{ij} matice (10) je vzhľadom na submatice (10') určený číslom

$$s = (n + 1)^2 = (f + k + 1)^2, \tag{11}$$

čo je súčasne počet hrán uzlového grafu kartézskeho súčinu (7), obr. 2a. Pretože však v systéme S_G (1) predpokladáme, že $r_{ii} = 0$, $r_{jj} = 0$, zaveďme binárne relácie

$$\begin{aligned} \mathscr{R}_1 &= \{(g_i, g_j) \in \mathrm{G} \times \mathrm{G};\ \forall i = j\ [(g_i, g_j) \equiv r_{ij} = 0]\}, \\ \mathscr{R}_2 &= \{(g_i, g_j) \in \mathrm{G} \times \mathrm{G};\ \forall i \neq j\ [(g_i, g_j) \equiv r_{ij} \neq 0]\}, \end{aligned} \tag{12}$$

takže v matici (10) jej submatica $^*\mathbf{R}_O = 0$ a submatice $^*(\mathbf{R}_{AG})_V$, $^*(\mathbf{R}_{FG})_V$ budú mať na svojich hlavných diagonálach všetky prvky $r_{ii} = 0$, v dôsledku čoho ich označíme $(\mathbf{R}_{AG})_V$, $(\mathbf{R}_{FG})_V$. Dostávame tak maticu štruktúry

$$\mathbf{R}_{FG}' = \begin{pmatrix} \mathrm{O} & \mathbf{R}_{OA} & \mathbf{R}_{OF} \\ \mathbf{R}_{AO}, & (\mathbf{R}_{AG})_V, & \mathbf{R}_{AF} \\ \mathbf{R}_{FO}, & \mathbf{R}_{FA}\ , & (\mathbf{R}_{FG})_V \end{pmatrix} \tag{13}$$

systému S_G. Z matice (13) dostaneme ďalej maticu užšej štruktúry systému S_G, ktorá má tvar

$$(\mathbf{R}_G)_V = \begin{pmatrix} (\mathbf{R}_{AG})_V, & \mathbf{R}_{AF} \\ \mathbf{R}_{FA}\ , & (\mathbf{R}_{FG})_V \end{pmatrix} \tag{14}$$

a ktorá opisuje vzťahy medzi prvkami množiny G. Počet teoreticky možných nenulových závislostí v systéme S_G na základe (12) vyjadruje $\mathscr{R}_1 \cup \mathscr{R}_2$, čo je súčasne počet nenulových prvkov r_{ij} v matici štruktúry (13) určený číslom

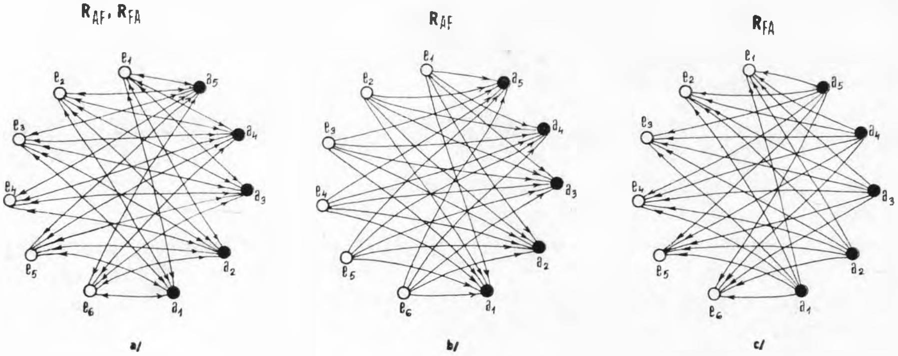
$$r = (f + k + 1)^2 - (f + k + 1). \tag{15}$$

Obr. 3.

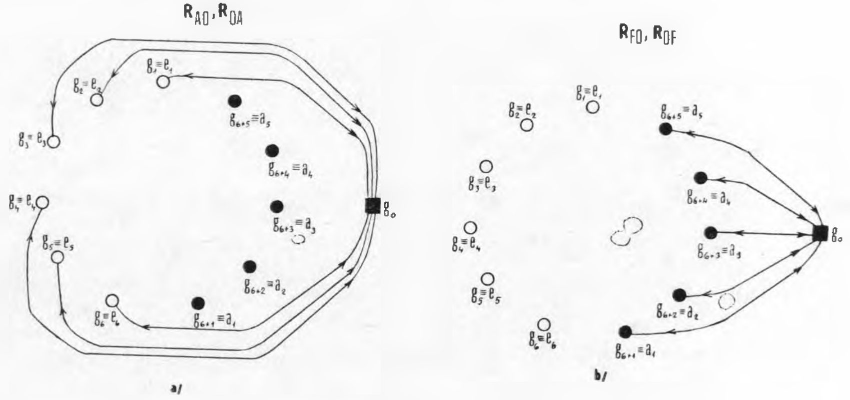
Na obr. 2b je vyjadrený uzlový graf $\mathscr{R} \cup \mathscr{R}_2$, ktorého počet hrán vyjadruje štruktúru systému S_G a uzly vyjadrujú prvky systému S_G. Každému nenulovému prvku r_{ij} matice (13) odpovedá teda na uzlovom grafe 2b jedna hrana. V dôsledku toho jednotlivé submatice v matici (13) vyjadrujú: submatica $(\mathbf{R}_{AG})_V$ vyjadruje podmnožinu závislostí medzi prvkami podmnožiny G_{AG} (obr. 3a), submatica $(\mathbf{R}_{FG})_V$ vyjadruje podmnožinu závislosti medzi prvkami podmnožiny G_{FG} (obr. 3b), submatice $\mathbf{R}_{FA}$, $\mathbf{R}_{AF}$ spolu opisujú interakciu prvkov podmnožín G_{AG}, G_{FG} (pozri uzlový graf na obr. 4a), pričom submatica $\mathbf{R}_{AF}$ opisuje pôsobenie prvkov podmnožiny G_{AG} na podmnožinu G_{FG} (pozri uzlový graf na obr. 4b) a submatica $\mathbf{R}_{FA}$ opisuje pôsobenie prvkov podmnožiny G_{FG} na prvky podmnožiny G_{AG} (pozri uzlový graf na obr. 4c). Podobne submatice $\mathbf{R}_{AO}$, $\mathbf{R}_{OA}$ spolu opisujú interakciu prvkov podmnožiny G_{AG} a okolia g_0 (uzlový graf na obr. 5a) a submatice $\mathbf{R}_{FO}$, $\mathbf{R}_{OF}$ spolu opisujú interakciu prvkov podmnožiny G_{FG} a okolia g_0 — uzlový graf na obr. 5b).

V systéme S_G je možné vyjadriť dva autonómne subsystémy, a to

$$S_{AG} = \{G_{AG}, R_{AG}\} \; ; \; S_{FG} = \{G_{FG}, R_{FG}\}, \tag{16}$$



Obr. 4.



Obr. 5.

kde S_{AG} = subsystém socioekonomickej sféry, S_{FG} = subsystém fyzickogeografickej sféry. To isté vyplýva aj z matice (10) a uzlového grafu na obr. 2b. V zhode s načrtnutým postupom možno ukázať presný postup na vyjadrenie subsystému S_{AG}, S_{FG} a ich štruktúry. Okolie e_0 subsystému S_{AG} a okolie a_0 subsystému S_{FG} je určené z podmnožín g_O, G_{AG}, G_{FG} tak, že

$$e_O = \{g_O, G_{FG}\} \; ; \; a_O = \{g_O, G_{AG}\}. \tag{17}$$

Okolia e_O, a_O sa však uvažujú ako vnútorne nerozlíšené jednoprvkové množiny, takže

$$\{g_O, G_{FG}\} \in e_O \; ; \; \{g_O, G_{AG}\} \in a_O. \tag{17'}$$

V dôsledku toho zaniknú pôvodne rozlíšené závislosti medzi prvkami množín (17), čo vyjadrujú obr. 10a, b a obr. 11a, b. Subsystémy S_{AG}, S_{FG} sú autonómne a môžeme ich študovať ako samostatné systémy. Potom S_{AG} je predmetom štúdia ekonomickej geografie a S_{FG} je predmetom štúdia fyzickej geografie. Celkovú štruktúru R_{AG}, R_{FG} dostaneme zavedením množín

$$G_A = \{e_O, G_{AG}\} \; ; \; G_F = \{a_O, G_{FG}\} \tag{18}$$

opäť na základe kartézskeho súčinu

$$G_A \times G_A = \begin{pmatrix} e_O \times e_O, & e_O \times G_{GA} \\ G_{AG} \times e_O, & G_{AG} \times G_{AG} \end{pmatrix} ; \; G_F \times G_F = \begin{pmatrix} a_O \times a_O, & a_O \times G_{FG} \\ G_{FG} \times a_O, & G_{FG} \times G_{FG} \end{pmatrix}. \tag{19}$$

Jednotlivé kartézske súčiny v maticiach (19) tvoria submatice, ktorých prvkami sú usporiadané dvojice (e_i, e_j) a (a_i, a_j). Pritom $e_i, e_j)$ sú z $G_A \times G_A$ a dvojice (a_i, a_j) sú z $G_F \times G_F$. V zhode s (8) vyjadrujú závislosti $(re)_{ij}$, $(ra)_{ij}$ tak, že

$$(e_i, e_j) : e_i \rightarrow e_j \equiv (re)_{ij} \; ; \; (a_i, a_j) : a_i \rightarrow a_j \equiv (ra)_{ij}. \tag{20}$$

Preto vzhľadom na (8) a (20)

$$G_A \times G_A \equiv {}^*\mathbf{R}_{AG} = [re]_i^j \; ; \; G_F \times G_F \equiv {}^*\mathbf{R}_{FG} = [ra]_p^q, \tag{21}$$

$i, j = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$; $p, q = 0, 1, 2, 3, 4, 5$; pričom

$$\begin{aligned}
e_O \times e_O &\equiv {}^*\mathbf{R}e = [re]_1^1 \; ; \; e_O \times G_{AG} \equiv \mathbf{R}e_O A = [re]_1^f, \\
G_{AG} \times e_O &\equiv \mathbf{R}_{Ae_O} = [re]_f^1 \; ; \; G_{AG} \times G_{AG} \equiv {}^*(\mathbf{R}_{AG})_V = [re]_f^f, \\
a_O \times a_O &\equiv {}^*\mathbf{R}a_O = [ra]_1^1 \; ; \; a_O \times G_{FG} \equiv \mathbf{R}a_O F = [ra]_1^k, \\
G_{FG} \times a_O &\equiv \mathbf{R}_{Fa_O} = [ra]_1^k \; ; \; G_{FG} \times G_{FG} \equiv {}^*(\mathbf{R}_{FG})_V = [ra]_k^k,
\end{aligned} \tag{22}$$

takže

Preto vzhľadom na (8) a (20)

$$^*\mathbf{R}_{AG} = [re]_i^j = \begin{pmatrix} ^*\mathbf{R}_{e_O}, & \mathbf{R}_{e_O A} \\ \mathbf{R}_{Ae_O}, & ^*(\mathbf{R}_{AG})_V \end{pmatrix} ; \; ^*\mathbf{R}_{FG} = [ra]_p^q = \begin{pmatrix} ^*\mathbf{R}_{a_O}, & \mathbf{R}_{a_O F} \\ \mathbf{R}_{Fa_O}, & ^*(\mathbf{R}_{FG})_V \end{pmatrix}, \tag{23}$$

kde submatice $^*(\mathbf{R}_{AG})_V$, $^*(\mathbf{R}_{FG})_V$ sú významove úplne totožné s príslušnými submaticami v (10'), takže pre ich prvky navzájom platí, že

$$\begin{aligned}
re_{m,n} &\equiv r_{m,n} \text{ pre } m, n \in f = 1, 2, 3, 4, 5, 6, \\
ra_{r,s} &\equiv r_{f+r,f+s} \text{ pre f} = 6;\; r, s = 1, 2, 3, 4, 5.
\end{aligned}$$

V zhode s (12) a vzhľadom na (20) zaveďme binárne relácie

$$\begin{aligned}
\mathscr{R}_{A_1} &= \{(e_i, e_j) \in G_A \times G_A \; ; \forall\, i = j \; [(e_i, e_j) \equiv (re)_{ij} = 0]\}, \\
\mathscr{R}_{A_2} &= \{(e_i, e_j) \in G_A \times G_A \; ; \forall\, i \neq j \; [(e_i, e_j) \equiv (re)_{ij} \neq 0]\}
\end{aligned} \tag{24}$$

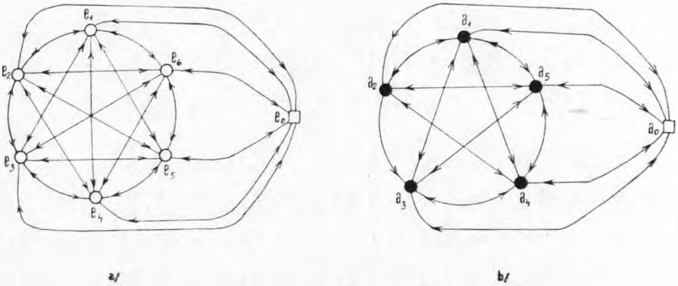
a binárne relácie

$$\begin{aligned}
\mathscr{R}_{F_1} &= \{(a_i, a_j) \in G_F \times G_F \; ; \forall\, i = j \; [(a_i, a_j) \equiv (ra)_{ij} = 0]\}, \\
\mathscr{R}_{F_2} &= \{(a_i, a_j) \in G_F \times G_F \; ; \forall\, i \neq j \; [(a_i, a_j) \equiv (ra)_{ij} \neq 0]\}
\end{aligned} \tag{25}$$

pričom
$\mathscr{R}_{A_1} \cup \mathscr{R}_{A_2}$ a $\mathscr{R}_{F_1} \cup \mathscr{R}_{F_2}$ vyjadruje štruktúru systému S_{AG}, S_{FG}, takže v maticiach $^*\mathbf{R}_{AG}$, $^*\mathbf{R}_{FG}$ budú ich submatice $^*\mathbf{R}_{e_O} = 0$; $^*\mathbf{R}_{a_O} = 0$ a submatice $^*(\mathbf{R}_{AG})_V$, $^*(\mathbf{R}_{FG})_V$ budú mať na hlavných diagonálach všetky prvky $(re)_{ii} = 0$, $(ra)_{ii} = 0$, v dôsledku čoho ich označíme $(\mathbf{R}_{AG})_V$, $(\mathbf{R}_{GF})_V$. Dostávame tak matice štruktúry

$$\mathbf{R}_{AG} = \begin{pmatrix} 0, & \mathbf{R}_{e_O A} \\ \mathbf{R}_{Ae_O}, & (\mathbf{R}_{AG})_V \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0, & [re]_1^f \\ [re]_f^1, & [re]_f^f \end{pmatrix} ; \; \mathbf{R}_{FG} = \begin{pmatrix} 0, & \mathbf{R}_{a_O F} \\ \mathbf{R}_{Fa_O}, & (\mathbf{R}_{FG})_V \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0, & [ra]_1^k \\ [ra]_k^1, & [ra]_k^k \end{pmatrix}$$

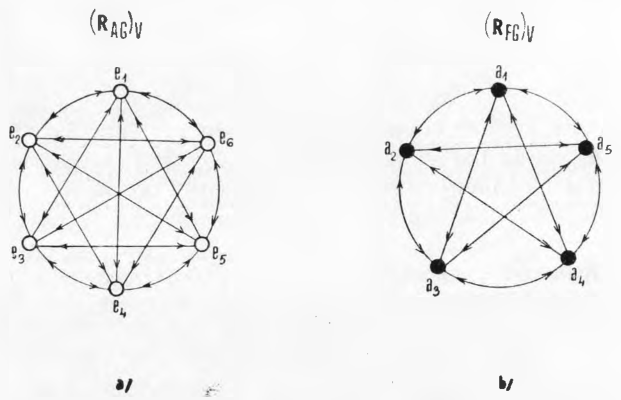
systémov S_{AG}, S_{FG}, pričom uzlový graf $\mathscr{R}_{A_1} \cup \mathscr{R}_{A_2}$ je vyjadrený na obr. 6a a uzlový graf $\mathscr{R}_{F_1} \cup \mathscr{R}_{F_2}$ je vyjadrený na obr. 6b. V maticiach $\mathbf{R}_{AG}$, $\mathbf{R}_{FG}$ je v zhode s prácami [11, 12] submatica $(\mathbf{R}_{AG})_V$ submaticou užšej štruktúry systému S_{AG}



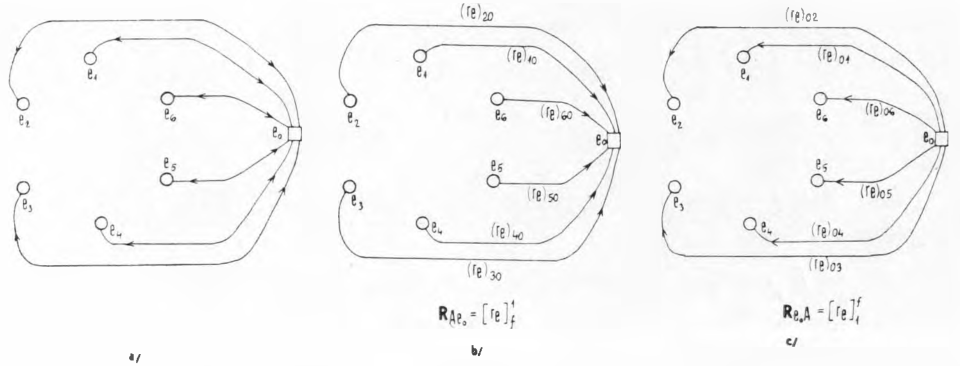
Obr. 6.

(obr. 7a) a submatica $(\mathbf{R}_{FG})_V$ je submaticou užšej štruktúry systému S_{FG} (obr. 7b). Submatice $\mathbf{R}_{Ae_O}$, $\mathbf{R}_{e_OA}$ v matici $\mathbf{R}_{AG}$ vyjadrujú spolu interakciu S_{AG} a e_O (obr. 8a), pričom submatica $\mathbf{R}_{Ae_O}$ vyjadruje vplyv prvkov množiny G_{AG} na e_O (obr. 8b) a submatica $\mathbf{R}_{e_OA}$ vyjadruje vplyv okolia e_O na prvky množiny G_{AG} (obr. 8c). Podobne submatice $\mathbf{R}_{Fa_O}$, $\mathbf{R}_{a_OF}$ v matici $\mathbf{R}_{FG}$ vyjadrujú spolu interakciu G_{FG}, a_O (obr. 9a), pričom submatica $\mathbf{R}_{Fa_O}$ vyjadruje vplyv prvkov množiny G_{FG} na okolie a_O (obr. 9b) a submatica $\mathbf{R}_{A_OF}$ vyjadruje vplyv okolia a_O na prvky množiny G_{FG} (obr. 9c).

Z uzlových grafov na obr. 6a, 6b v porovnaní s uzlovým grafom na obr. 2b vyplýva, že pri samostatne uvažovaných systémoch S_{AG}, S_{FG} nastala v dôsledku zavedenia okolia e_O, a_O (17), (17') redukcia počtu závislostí oproti systému S_G. Totiž každý jeden prvok $(re)_{iO}$ $(i \in j = 1, 2, 3, 4, 5, 6)$ zo submatice $\mathbf{R}_{Ae_O}$, vyjadrený príslušnou hranou na obr. 8b, integruje v sebe jeden príslušný riadok (i-ty riadok) submatice $\mathbf{R}_{AF}$ a jeden i-ty prvok zo submatice $\mathbf{R}_{AO}$ (10'), čo je vyjadrené na obr. 10a, a naopak, každý jeden prvok $(re)_{iO}$ $(i \in j = 1, 2, 3, 4, 5, 6)$ zo submatice $\mathbf{R}_{e_OA}$ integruje v sebe jeden príslušný stĺpec zo submatice $\mathbf{R}_{FA}$ v (10') a jeden príslušný prvok zo submatice $\mathbf{R}_{OA}$ v (10'), čo je vyjadrené na obr. 10b. Podobne je to pri samostatnom systéme S_{FG}. Každý jeden prvok $(ra)_{iO}$ $(i \in k = 1, 2, 3, 4, 5)$ zo submatice $\mathbf{R}_{Fa_O}$, vyjadrený príslušnou



Obr. 7.



Obr. 8.

hranou, na obr. 9b, integruje v sebe jeden riadok zo submatice $\mathbf{R}_{FA}$ a jeden prvok zo submatice $\mathbf{R}_{FO}$ v (10'), čo je vyjadrené na obr. 11a, a naopak, každý jeden prvok $(ra)_{Oi}$ $(i \in k = 1, 2, \ldots, 5)$ zo submatice $\mathbf{R}_{a_O F}$ integruje v sebe jeden príslušný i-ty stĺpec zo submatice $\mathbf{R}_{AF}$ a jeden prvok zo submatice $\mathbf{R}_{OF}$ v (10'), čo je vyjadrené na obr. 11b. Teda pre štruktúry R_{AG}, R_{FG} vzhľadom na R_G platí, že

$$\{R_{AG}\} \cup \{R_{FG}\} \subset \{R_G\} \text{ pričom však } \{R_{AG}\} \cup \{R_{FG}\} \neq \{R_G\},$$

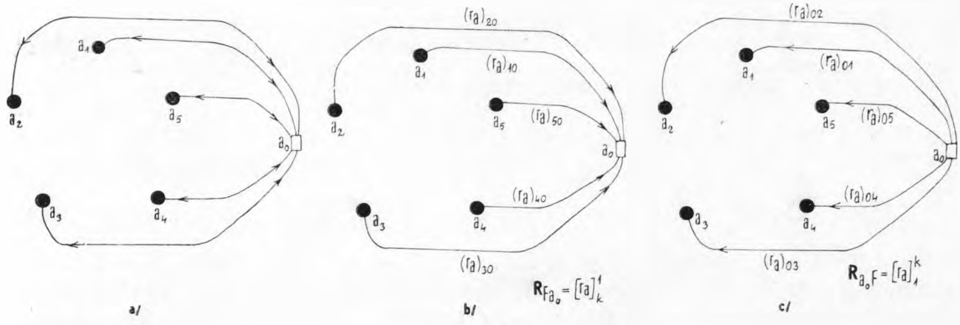
pretože pre počet teoreticky možných nenulových prvkov

$$m\,\{R_{AG}\} = (f + 1)^2 - (f + 1); \; m\,\{R_{FG}\} = (k + 1)^2 - (k + 1)$$

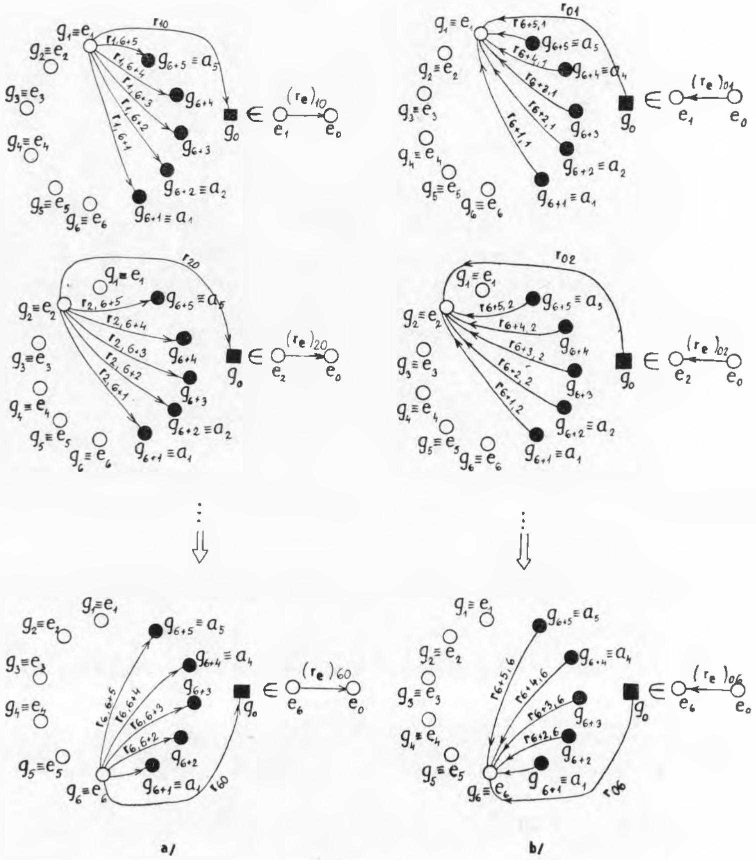
vzhľadom na počet prvkov $m\,\{R_G\} = f + k + 1)^2 - (f + k + 1)$ platí, že

$$m\,\{R_{AG}\} + m\,\{R_{FG}\} < m\,\{R_G\}.$$

Pri priestorovom štúdiu systémov S_{AG}, S_{FG} a ich kartografickom zobrazení je však potrebné rozlíšiť zložky jednotlivých sfér tak, aby sme mohli vyjadriť



Obr. 9.



Obr. 10.

ich priestorové rozloženie, a teda i priestorovú diferenciáciu. Podrobne pozri práce [10, 11, 12]. Zvýšme preto rozlišovaciu úroveň systému S_G, a teda i S_{AG}, S_{FG} tak, že prvky množín (3) sa stanú vektormi

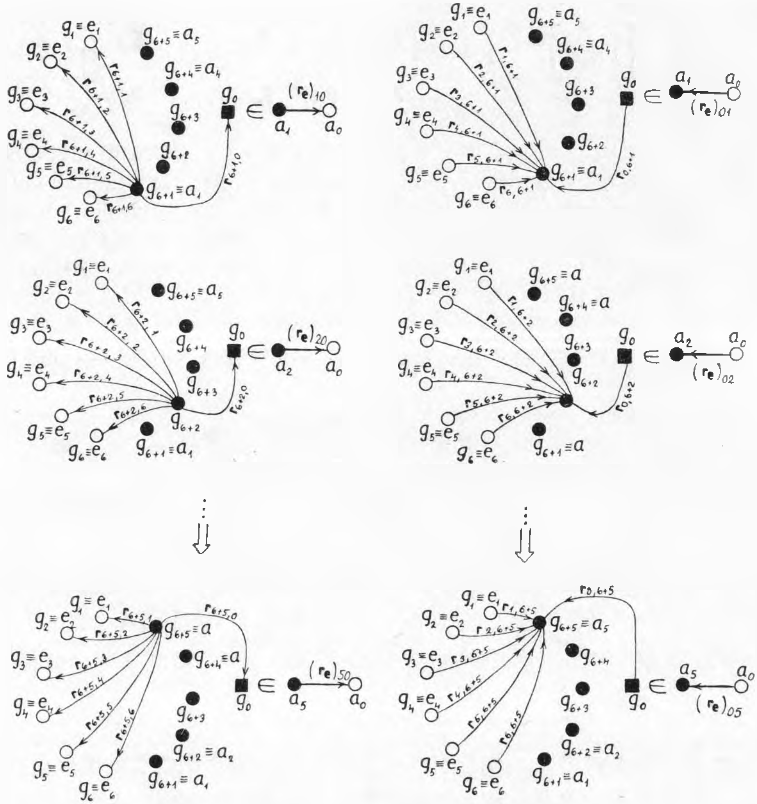
$$g_f \equiv \mathbf{e}_f = (e_{f1}, e_{f2}, \ldots, e_{fm_f}), \tag{26}$$

$$g_{f+k} \equiv \mathbf{a}_k = (a_{k1}, a_{k2}, \ldots, a_{kn_k}) \tag{27}$$

pre $f = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ v (26) a pre $f = 6$; $k = 1, 2, 3, 4, 5$ v (27). Zložky vektorov $\mathbf{e}_f$, $\mathbf{a}_k$ tvoria tiež pre jednotlivé f, k prvky usporiadaných množín

$$G\mathbf{e}_f = \{e_{f1}, e_{f2}, \ldots, e_{fm_f}\}; \; G\mathbf{a}_k = \{a_{k1}, a_{k2}, \ldots, a_{kn_k}\}. \tag{28}$$

Reprezentujú pre jednotlivé $f = 1, 2, \ldots, 6$; $k = 1, 2, \ldots, 5$ a $m, n = 1, 2, \ldots$ komponenty jednotlivých uvedených, vnútorne rozlíšených sfér. Vzhľadom na (26) až (28) môžeme množiny prvkov G_{AG}, G_{FG} systémov S_{AG}, S_{FG} napísať v tvare matíc



a/ b/

Obr. 11.

$$G_{AG} = [e]_f^{\,1} \equiv [Ge]_f^{\,1} = [e]_f^{\,mf} = \begin{pmatrix} e_{11}, & e_{12}, & \dots, & e_{1m_1} \\ e_{21}, & e_{22}, & \dots, & e_{2m_2} \\ & \dots\dots & & \\ e_{61}, & e_{62}, & \dots, & e_{6m_6} \end{pmatrix}, \tag{29a}$$

$$G_{FG} = [a]_k^{\,1} \equiv [Ga]_k^{\,1} = [a]_k^{\,nk} = \begin{pmatrix} a_{11}, & a_{12}, & \dots, & a_{1n_1} \\ a_{21}, & a_{22}, & \dots, & a_{2n_2} \\ & \dots\dots & & \\ a_{51}, & a_{52}, & \dots, & a_{5n_5} \end{pmatrix}, \tag{29b}$$

Matice štruktúry systémov S_{AG}, S_{FG} majú teraz tvar

$$^{*}\mathbf{R}_{AG} = \Big[\ \mathbf{Re}\ \Big]_{f+1}^{f+1} = \begin{pmatrix} O\ , & \mathbf{Re}_{01}, & \mathbf{Re}_{02}\ , & \dots, & \mathbf{Re}_{06} \\ \mathrm{Re}_{10}, & \mathbf{Re}_{11}, & \mathbf{Re}_{12}\ , & \dots, & \mathbf{Re}_{16} \\ & & \dots\dots\dots & & \\ \mathbf{Re}_{60}, & \mathbf{Re}_{61}, & \mathbf{Re}_{62}\ , & \dots, & \mathbf{Re}_{66} \end{pmatrix}, \tag{30a}$$

$$ {}^{*}\mathbf{R}_{FG} = \left[\mathbf{R}a \right]_{k+1}^{k+1} = \begin{pmatrix} 0, & \mathbf{R}a_{01}, & \mathbf{R}a_{02}, & \ldots, & \mathbf{R}a_{05} \\ \mathbf{R}a_{10}, & \mathbf{R}a_{11}, & \mathbf{R}a_{12}, & \ldots, & \mathbf{R}a_{15} \\ & & \ldots\ldots\ldots & & \\ \mathbf{R}a_{50}, & \mathbf{R}a_{51}, & \mathbf{R}a_{52}, & \ldots, & \mathbf{R}a_{55} \end{pmatrix} . \tag{30b} $$

V nich $\mathbf{R}e_{ij}$, $\mathbf{R}a_{ij}$ sú submatice, ktoré pre každé $i \neq j$ vyjadrujú závislosti medzi prvkami dvoch rôznych riadkov v maticiach (29a, b), tzv. medziriadkové závislosti a pre každé $i = j$ (t. j. submatice $\mathbf{R}e_{ii}$, $\mathbf{R}a_{ii}$ na hlávných diagonálach) vyjadrujú závislosti medzi prvkami príslušného jedného riadku, tzv. vnútroriadkové závislosti [11, 12]. Uvažujme teda v zmysle prác [10, 11, 12, 30] usporiadané množiny Ge_f, Ga_k. Vzhľadom na to, že v každej z nich existuje medzi jej prvkami množina závislostí vyjadrená maticou $\mathbf{R}e_{ii}$, $\mathbf{R}a_{ii}$ $(i \in f, k)$, môžeme jednotlivé sféry v oblasti ich prieniku charakterizovať ako navzájom interagujúce subsystémy

$$ Se_f = \{Ge_f, \mathbf{R}e_f\} \; ; \; Sa_k = \{Ga_k, \mathbf{R}a_k\} , \tag{31} $$

z ktorých každý má svoje okolie $(e_O)_f$, $(a_O)_k$ definované na množine (2) tak, že pre každé $(e_O)_i$, $(a_O)_j$ $(i \in f, j \in k)$ platí, že

$$ \begin{aligned} &\{Ge_2, Ge_3, \ldots, Ge_6, G_{FG}, g_O\} \in (e_O)_1 \; ; \; \{Ga_2, Ga_3, \ldots, Ga_5, G_{AG}, g_O\} \in (a_O)_1 , \\ &\{Ge_1, Ge_3, \ldots, Ge_6, G_{FG}, g_O\} \in (e_O)_2 \; ; \; \{Ga_1, Ga_3, \ldots, Ga_5, G_{AG}, g_O\} \in (a_O)_2 , \\ &\{Ge_1, Ge_2, \ldots, Ge_5, G_{FG}, g_O\} \in (e_O)_6 \; ; \; \{Ga_1, Ga_2, \ldots, Ga_4, G_{AG}, g_O\} \in (a_O)_5 . \end{aligned} $$

Matice štruktúry $\mathbf{R}e_f$, $\mathbf{R}a_k$ v (31) majú tvar

$$ \mathbf{R}e_f = \begin{pmatrix} 0, & \mathbf{R}e_{Of} \\ \mathbf{R}e_{fO}, & (\mathbf{R}e_f)_V \end{pmatrix} \; ; \; \mathbf{R}a_k = \begin{pmatrix} 0, & \mathbf{R}a_{Ok} \\ \mathbf{R}a_{kO}, & (\mathbf{R}a_k)_V \end{pmatrix} , \tag{32} $$

v ktorých $(\mathbf{R}e_f)_V \equiv \mathbf{R}e_{ii}$, $(\mathbf{R}a_k)_V \equiv \mathbf{R}a_{ii}$ sú submatice užšej štruktúry ležiace na hlavných diagonálach matíc (30a, b), $\mathbf{R}e_{Of}$, $\mathbf{R}a_{Ok}$ sú submatice vyjadrujúce vplyv okolia $(e_O)_f$, $(a_O)_k$ na prvky množín (28) a submatice $\mathbf{R}e_{fO}$, $\mathbf{R}a_{kO}$ vyjadrujú vplyvy prvkov množín (28) na okolie $(e_O)_f$, $(a_O)_k$.

Ak však systémy S_{AG}, S_{FG} študujeme ako celky, potom z (12) i (24), (25) pre submatice $\mathbf{R}e_{ii}$, $\mathbf{R}a_{ii}$ na hlavných diagonálach matíc ${}^{*}\mathbf{R}_{AG}$, ${}^{*}\mathbf{R}_{FG}$ vyplýva, že $\mathbf{R}e_{ii} = \mathbf{R}a_{ii} = 0$, takže matice štruktúry systémov S_{AG}, S_{FG} budú mať tvar

$$ \mathbf{R}_{AG} = \begin{pmatrix} 0, & \mathbf{R}e_{01}, & \mathbf{R}e_{02}, & \ldots, & \mathbf{R}e_{06} \\ \mathbf{R}e_{10}, & 0, & \mathbf{R}e_{12}, & \ldots, & \mathbf{R}e_{16} \\ \mathbf{R}e_{20}, & \mathbf{R}e_{21}, & 0, & \ldots, & \mathbf{R}e_{26} \\ & & \ldots\ldots & & \\ \mathbf{R}e_{60}, & \mathbf{R}e_{61}, & \mathbf{R}e_{62}, & \ldots, & 0 \end{pmatrix} ; \; \mathbf{R}_{FG} = \begin{pmatrix} 0, & \mathbf{R}a_{01}, & \mathbf{R}a_{02}, & \ldots, & \mathbf{R}a_{05} \\ \mathbf{R}a_{10}, & 0, & \mathbf{R}a_{12}, & \ldots, & \mathbf{R}a_{15} \\ \mathbf{R}a_{20}, & \mathbf{R}a_{21}, & 0, & \ldots, & \mathbf{R}a_{26} \\ & & \ldots\ldots & & \\ \mathbf{R}a_{50}, & \mathbf{R}a_{51}, & \mathbf{R}a_{52}, & \ldots, & 0 \end{pmatrix} . \tag{33} $$

Štruktúra samostatných systémov S_{AG}, S_{FG} je odlišná od štruktúry (32) subsystémov Se_f, Sa_k. Subsystémy Se_f, Sa_k uvažované ako samostatné systémy sú predmetom štúdia jednotlivých samostatných vedných disciplín a tak isto sú predmetom kartografického zobrazenia. Z toho vyylýva i dôsledok tak pre predmet a metódy štúdia geografie ako samostatnej vednej disciplíny (systém

S_G), ako aj pre predmet a metódy štúdia jednotlivých priestorových vedných disciplín (subsystémy Se_f, Sa_k ako samostatné systémy).

Zastúpenie prvkov v maticiach (29a, b) je funkciou polohy v priestore. Tento priestorový aspekt však nie je v (26), (27) vyjadrený. To značí, že vektory (26), (27), resp. usporiadané množiny (28) iba na príslušnej rozlišovacej úrovni prezentujú príslušné objekty, resp. zložky jednotlivých sfér ako také, ale nevyjadrujú ešte vlastné priestorové rozloženie týchto rozlíšených objektov (zložiek). V skutočnosti teda každý prvok e_{fi}, a_{kj} z Ge_f, Ga_k (28), a teda aj z matíc (29a, b) reprezentuje nejakú podmnožinu objektov a zložiek rovnakého druhu, ktoré sú rozložené v priestore a polohove určené pomocou veličín h, φ, λ, kde h — nadmorská výška, φ — zemepisná šírka, λ — zemepisná dĺžka, takže

$$\begin{aligned} \mathscr{G}\, e_{fi}(P) &= \{(e_{fi})_r\ (h_r, \varphi_r, \lambda_r)\}, \\ \mathscr{F}\, a_{kj}(P) &= \{(a_{kj})_s\ (h_s, \varphi_s, \lambda_s)\}, \end{aligned} \tag{34}$$

kde $f = 1, 2, 3, 4, 5, 6$; $k = 1, 2, 3, 4, 5$; $i, r, s = 1, 2, \ldots$ a P vyjadruje, že ide o polohovo rozlíšené prvky $e_{fi}(P)$, $a_{kj}(P)$ vo funkcii podmnožín (34). Vzhľadom na (34) množiny (28) vo význame polohove určených množín budú mať tvar

$$\begin{aligned} Ge_f(P) &= \{e_{f1}(P),\ e_{f2}(P), \ldots,\ e_{fm_f}(P)\ , \\ Ga_k(P) &= \{a_{k1}(P),\ a_{k2}(P), \ldots,\ a_{kn_k}(P)\ . \end{aligned} \tag{35}$$

Potom vzhľadom na (35) vyjadríme matice (29a, b) ako matice polohove rozlíšených prvkov v tvare

$$\mathbf{G}_{AG}(P) = \mathbf{G}_{AG}\,(h, \varphi, \lambda) = [Ge_i(P)]^1{}_{i=f};\ \mathbf{G}_{FG}(P) = \mathbf{G}_{FG}\,(h, \varphi, \lambda) = [Ga_j(P)]^1{}_{j=k}, \tag{36}$$

čo má za následok iné vyjadrenie štruktúry. Matice štruktúry (32), (33) totiž vyjadrujú štruktúru ako takú, bez priestorového vyjadrenia závislostí. Stručne uveďme, že priestorové rozloženie (usporiadanie) vzťahov a závislostí medzi priestorove usporiadanými prvkami (34), (35), resp. (36) je možné vyjadriť v tvare matíc priestorovej štruktúry

$$\mathbf{R}_{AG}(P) = \mathbf{R}_{AG}\,(h, \varphi, \lambda);\ \mathbf{R}_{FG}(P) = \mathbf{R}_{FG}\,(h, \varphi, \lambda), \tag{37}$$

ktoré vzhľadom na náš cieľ podrobne nevyjadríme. Teraz iba uveďme, že matice (37) vyjadrujú teoreticky možné priestorové závislosti

$$(re)_{ij}\ (\triangle h_{ij}, \triangle\varphi_{ij}, \triangle\lambda_{ij});\ (ra)_{ij}\ (\triangle h_{ij}, \triangle\varphi_{ij}, \triangle\lambda_{ij}) \tag{38}$$

medzi priestorove usporiadanými prvkami množín (35), (36), pričom veličiny

$$\triangle h_{ij} = h_j - h_i;\ \triangle\varphi_{ij} = \varphi_j - \varphi_i;\ \triangle\lambda_{ij} = \lambda_j - \lambda_i \tag{39}$$

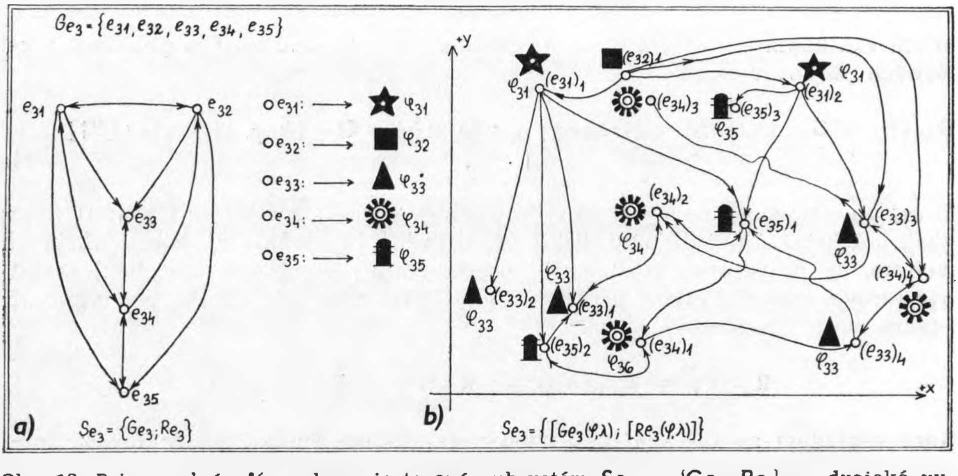
vyjadrujú spolu vzájomnú relatívnu polohu dvoch ľubovoľných prvkov $(e_{fr})_i$ (P_i), $(e_{fr})_j$ (P_j), resp. $(a_{kp})_i$ (P_i), $(a_{kp})_j$ (P_j) voči sebe, pričom $f = 1, 2, \ldots, 6$;

$k = 1, 2, \ldots, 5$; $i, j, r, p = 1, 2, \ldots$; $i \neq j$ a to jednak vo vnútri množín $Ge_j(P)$, $Ga_k(P)$ a jednak medzi týmito množinami.

Stručná charakteristika priestorovej štruktúry:

Priestorová štruktúra systému $S_G(P)$, systémov $S_{AG}(P)$, $S_{FG}(P)$, resp. interagujúcich subsystémov $Se_j(P)$, $Sa_k(P)$ je množinou priestorove usporiadaných závislostí (37) medzi navzájom priestorovo usporiadanými a polohove určenými prvkami (34) množín (35), resp. matíc (36), ktorých absolútna poloha P je v definovanom priestore určená veličinami h, φ, λ a vzájomná poloha $\triangle P_{ij}$ je určená veličinami $\triangle h_{ij}$, $\triangle \varphi_{ij}$, $\triangle \lambda_{ij}$ (39), takže $\triangle P_{ij}$ ($\triangle h_{ij}$, $\triangle \varphi_{ij}$, $\triangle \lambda_{ij}$).

Pri priestorovej štruktúre uvedených systémov záleží teda na priestorovom usporiadaní prvkov týchto systémov. Na dôležitosť pôsobu priestorového usporiadania zložiek v krajine poukázal už E. Neef [19] a iní autori. Je predmetom intenzívneho bádania i v súčasnosti. Na vyjadrenie miery priestorového usporiadania prvkov (zložiek, objektov) v krajine sa v literatúre z geometrického hľadiska odvodilo mnoho ukazovateľov, pričom podkladom na meranie bola vždy mapa. Nás tento problém zaujíma z hľadiska teórie systémov, pričom máme na zreteli jeho kartografický aspekt, ktorého sme sa dotkli už v práci [10]. V nej sme v súvislosti s priestorovou organizáciou uviedli konfiguračnú entrópiu E_{jm} a konfiguračnú redundanciu R_{jm}, podrobnejšie pozri vzťahy (13) až (17) uvedenej práce [10]. V ďalšej práci [15] sme v nadväznosti na prácu [14] v súvislosti s priestorovou organizáciou systému S_{FG} odvodili



Obr. 12. Priemyselná sféra ako priestorový subsystém $Se_3 = \{Ge_3, Re_3\}$ — dvojaké vyjadrenie prvkov množiny Ge_3 a množiny vzťahov medzi nimi (užšia štruktúra $[Re_3]v$) na príklade 5 priemyselných odvetví podľa súčasného delenia v ČSSR;

e_{31} — priemysel energetický, e_{32} — priemysel palív, e_{33} — ťažba rúd a hutníctvo, e_{34} — strojárenský a kovospracujúci priemysel, e_{35} — gumárenský a azbestocementový priemysel.

a) bez vyjadrenia polohy a priestorového usporiadania prvkov e_{3i} ($i = 1, 2, \ldots, 5$) a vzťahov medzi nimi (tzv. funkčné usporiadanie),

b) s vyjadrením polohy a priestorového usporiadania prvkov e_{3i} a vzťahov medzi nimi v zobrazovacej rovine (v mape).

vzťahy pre vyjadrenie miery priestorovej celistvosti K_C systému S_{FG}, miery nerovnomernosti vzájomného priestorového zastúpenia R_{AC} subsystémov S'_{FGn} miery druhovej celistvosti J, atď. Výpočet týchto ukazovateľov má aj dôležitý kartografický význam z hľadiska rozlišovacej úrovne U a mierky mapy M. Týmto problémom sa však budeme zaoberať v samostatnej práci.

Priestorové systémy S_{AG}, S_{FG}, ako aj subsystémy Se_j, Sa_k vyjadríme teda vzhľadom na (35), (36) a (37) vo všeobecnom tvare

$$\begin{aligned} S_{AG}(P) &= \{\mathbf{G}_{AG}(P), \mathbf{R}_{AG}(P)\}; \; S_{FG}(P) = \{\mathbf{G}_{FG}(P), \mathbf{R}_{FG}(P)\}, \\ Se_j(P) &= \{\mathbf{G}e_j(P), \mathbf{R}e_j(P)\}; \; Sa_k(P) = \{\mathbf{G}a_k(P), \mathbf{R}a_k(P)\}, \end{aligned} \tag{40}$$

v ktorých je už možné pomocou veličín (39) exaktne vyjadriť priestorové vzťahy v zmysle E. Neefa [19], t. j. vzťahy vertikálne a vzťahy horizontálne. V princípe platí, že pre vertikálne vzťahy je veličina $\triangle h_{ij}$ premennou a $\triangle \varphi_{ij}$, $\triangle \lambda_{ij}$ sú konštantami, kým pre horizontálne vzťahy $\triangle h_{ij}$ je konštantou a $\triangle \varphi_{ij}$, $\triangle \lambda_{ij}$ sú premenné.

Priestorový aspekt vyjadrený vo vzťahoch (35) až (39) na základe veličín h, φ, λ obsahuje v sebe vyjadrenie dvoch druhov polôh, ktoré sú v geografii známe ako veľmi dôležité:

a) vyjadrenie absolútnej polohy v definovanom priestore pomocou veličín h, φ, λ,

b) vyjadrenie relatívnej polohy prvkov voči sebe pomocou veličín $\triangle h_{ij}$, $\triangle \varphi_{ij}$, $\triangle \lambda_{ij}$ (39) charakterizujúcich veličinu $\triangle P_{ij}$.

Problém vyjadrenia prvkov a štruktúry ako takej a problém vyjadrenia priestorového usporiadania prvkov v zmysle (34), (35) a priestorového usporiadania vzťahov (35) medzi nimi je na príklade priemyselnej sféry (subsystém Se_3, resp. $Se_3(P)$) ilustratívne vyjadrený na obr. 12.

VYJADRENIE PARAMETRICKEJ BÁZY SYSTÉMU S_G, JEHO SUBSYSTÉMOV S_{AG}, S_{GF} AKO ABSTRAKTNEJ ABECEDY A VYJADRENIE S_{AG}, S_{FG} NA REFERENČNEJ GUĽOVEJ PLOCHE

V zmysle prác [10, 11, 30] systém S_G a jeho subsystémy S_{AG}, S_{FG} spejú vždy v určitom časovom intervale $\langle T_0, T_n \rangle$ od nejakého východiskového stavu Z_{T_0} v čase T_0 cez postupnosť stavov Z_{T_i} v čase $T_0 < T_i < T_n$ k cieľovému stavu Z_{T_n} v čase T_n. Označme teraz celkový stav systému S_G symbolom Z_G. Celkový stav Z_G je v zmysle prác [10, 11] v ľubovoľnom čase T_i z intervalu $\langle T_0, T_n \rangle$ určený celkovým stavom Z_i každého jeho prvku e_i, a_i, takže $Z_G = \{Z_i\}$, $i \in j, k$. Celkový stav Z_i každého prvku e_i, a_i je v každej vymedzenej oblasti $(\varphi + \triangle \varphi$, $\lambda + \triangle \lambda)$ v tom istom čase T_i určený mnžinou vnútorných stavových veličín $(Z_i)_n$, takže $Z_G = \{\{(Z_i)_n\}\}$. V zmysle prác [10. 11, 30] stavovými veličinami sú jednotlivé fyzikálne, fyzikálnochemické a iné numerické parametre. Zahŕňame do nich aj veličiny charakterizujúce veľkosť (šírku, dĺžku, výšku, hrúbku, nosnosť, atď.) zobrazovaného javu. Modelovanie systému S_{FG} na základe stavových veličín na princípe konečných automatov rozpracoval A. S. Devdariani [9]. Problematikou kvantitatívnych parametrov v geografii sa z nášho hľadiska zaoberal I. Ujvári [28], ktorý výsledky zhrnul v práci [30]. Hodnoty $(Z_i)_n$, $i \in f, k$; $n = 1, 2, \ldots$ sa v každej oblasti $(\varphi + \triangle\varphi, \lambda + \triangle\lambda)$ so zmenou φ, λ menia v intervale

$$[(Z_i)_n]_D \leqq (Z_i)_n \leqq [(Z_i)_n]_H, \tag{41}$$

kde $[(Z_i)_n]_D$ sú dolné hodnoty a $[(Z_i)_n]_H$ horné hodnoty intervalu (41). V zmysle prác [10, 11] sú hodnoty $(Z_i)_n$ zo (41) zároveň zložkami v_{ip}, w_{iq} ($i \in f, k$; $p, q = 1, 2, \ldots$) vstupného a výstupného vektora $\mathbf{v}_i$, $\mathbf{w}_i$ ľubovoľného prvku e_i, a_i.

Každá stavová veličina $(Z_i)_n$ je zároveň spoločná pre viaceré prvky systému S_G, v dôsledku čoho

$$Z_i = \{(Z_i)_n\} \cap Z_j = \{(Z_j)_n\} \neq 0; \ i, j \in f, k; \ n = 1, 2, \ldots \tag{42}$$

Uvažujeme preto takú konečnú množinu

$$P_G = \{Z_m\}; \ m = 1, 2, \ldots \tag{43}$$

tvorenú z prvkov množín $Z_i = \{(Z_i)_n\}$, ktorá obsahuje vždy len po jednom z každého prvku $(Z_i)_n$. To značí, že každý prvok $(Z_i)_n$ $n = 1, 2, \ldots$ zo všetkých Z_i ($i \in f, k$) je v nej vnútorne zastúpený vždy iba raz. Množinu (43) nazvime prarametrickou bázou systému S_G. Potom pre subsystémy S_{AG}, S_{FG} môžeme zo (43) vytvoriť ich vlastné parametrické subbázy

$$\begin{gathered} P_{AG} = \{Z_r\}; \ P_{FG} = \{Z_s\}; \ r, s = 1, 2, \ldots; \ r, s < m \\ P_{AG} \cup P_{FG} = P_m; \ P_{AG} \cap P_{FG} \neq 0. \end{gathered} \tag{44}$$

Množina P_G tvorí tzv. abstraktnú abecedu; symbolmi tejto abecedy sú jej prvky Z_m. Parametrické subbázy P_{AG}, P_{FG} tvoria potom abstraktné abecedy subsystémov S_{AG}, S_{FG} vytvorené z abecedy (43).

Nad abecedami P_{AG}, P_{FG} zaveďme kódujúce operátory $\mathbf{O}_{AG}$, $\mathbf{O}_{FG}$, $\mathbf{O}_V$. Operátory $\mathbf{O}_{AG}$, $\mathbf{O}_{FG}$ nech vyberajú a priraďujú k sebe symboly abecedy P_{AG}, P_{FG} tak, že tieto vytvárajú slová $\mathscr{E}_{fi}$, $\mathscr{A}_{kj}$ charakterizujúce jednotlivé prvky e_{fi}, a_{kj} z matíc $\mathbf{G}_{AG}$, $\mathbf{G}_{FG}$ (29a, b), t. j. tvoria zobrazenia

$$e_{fi} : \to \mathscr{E}_{fi}; \ a_{kj} : \to \mathscr{A}_{kj}. \tag{45}$$

Operátor $\mathbf{O}_V$ nech vyberá a priraďuje k sebe symboly z abecedy P_G (43) tak, že tieto vytvárajú slová $\mathscr{V}_i$ charakterizujúce väzby $\mathbf{V}_{ij}$ vždy medzi prvkami g_i, g_j, kde $\mathbf{V}_{ij}$ je v zmysle prác [10, 11] tzv. väzbová matica. Teraz iba uveďme, že väzba medzi dvoma prvkami g_i, g_j systému S_G je usporiadaná n-tica spoločných zložiek výstupného vektora $\mathbf{w}_i$ prvku g_i so zložkami vstupného vektora $\mathbf{v}_j$ prvku g_j tvoriaca usporiadanú množinu

$$\mathscr{V}_{ij} = (w_{im} = v_{jn}). \tag{46}$$

Pod slovami $\mathscr{E}_{fi}$, $\mathscr{A}_{ki}$, $\mathscr{V}_{ij}$ teda rozumieme usporiadané konečné postupnosti vybraných symbolov z abecedy P_{AG}, P_{FG}, resp. P_G, tvoriace usporiadané množiny. V zmysle vzťahov (45), (46) je potom každý prvok $e_i(P)$, $a_i(P)$ z množín (28), a teda ako prvok z matíc (29) v ľuvovoľnom zvolenom mieste reálneho priestoru charakterizovaný jedným slovom $\mathscr{E}_{ij}$, $\mathscr{A}_{ij}$ a každá väzba medzi dvoma prvkami akami je charakterizovaná jedným slovom $\mathscr{V}_{ij}$. Vzhľadom na (45) sa potom každý vektor $\mathbf{e}_f$, $\mathbf{a}_k$ z (26), (27) zobrazí ako množina $\mathscr{G}_f$, $\mathscr{F}_k$, kde

$$\mathscr{G}_f = \{\mathscr{E}_{f1}, \mathscr{E}_{f2}, \ldots, \mathscr{E}_{fm_f}\}; \ \mathscr{F}_k = \{\mathscr{A}_{k1}, \mathscr{A}_{k2}, \ldots, \mathscr{A}_{kn_k}\}, \tag{47}$$

a teda aj

$$\mathrm{G}e_f = \{e_{fm_f}\} : \rightarrow \mathscr{G}_f = \{\mathscr{E}_{fm_f}\}; \ \mathrm{G}a_k = \{a_{kn_k}\} : \rightarrow \mathscr{F}_k = \{\mathscr{A}_{kn_k}\}. \tag{48}$$

Väzby $\mathbf{V}_{ij}$ v systéme S_G tvoria vzhľadom na (46) množinu

$$\mathscr{L}_G = \{\mathscr{V}_{ij}\}. \tag{49}$$

Pretože však hodnoty parametrov z parametrickej bázy (43) sú funkciou polohy, pričom sa so zmenou polohy menia v intervale (41), tento polohový aspekt v (43) i v (44) vyjadríme výsledne v tvare

$$\mathrm{P}_G(P) = \{\mathrm{Z}_m(P)\}; \ \mathrm{P}_{AG}(P) = \{\mathrm{Z}_r(P)\}; \ \mathrm{P}_{FG}(P) = \{\mathrm{Z}_s(P)\}. \tag{50}$$

Potom aj zobrazenie (45) napíšeme vzhľadom na (34), (35), (36) a na (50) v tvare

$$e_{fi}(P) : \rightarrow \mathscr{E}_{fi}(P); \ a_{kj}(P) : \rightarrow \mathscr{A}_{kj}(\mathrm{P}) \tag{51}$$

a väzbu (46) tak isto z aspektu polohy vyjadríme v tvare

$$\mathscr{V}_{ij}(\triangle P_{ij}) = (w_{im}/P_{im}) = v_{jn}(P_{jn}). \tag{52}$$

Pretože však naším cieľom je problém operácie zobrazenia reálneho priestorového systému $\mathrm{S}_G(P)$ s jeho subsystémami (40) do mapy uvažovanej ako abstraktný systém S_K, nezaoberáme sa problémom samého matematického vyjadrenia funkcií opisujúcich zmenu hodnoty parametrov v (50) so zmenou polohy $P = h, \varphi, \lambda$, ale ju v opise výsledne berieme do úvahy prostredníctvom veličiny P. Táto náročná problematika interdisciplinárneho charakteru si vyžaduje samostatnú prácu. Preto z hľadiska nášho cieľa teraz uveďme, že množiny (47) budú mať vzhľadom na (51) tvar

$$\mathscr{A}_f(P) = \{\mathscr{E}_{f1}(P), \mathscr{E}_{f2}(P), \ldots, \mathscr{E}_{fm_f}(P)\}; \mathscr{F}_k(P) = \{\mathscr{A}_{k1}(P), \mathscr{A}_{k2}(P), \ldots, \mathscr{A}_{kn_k}(P)\} \tag{53}$$

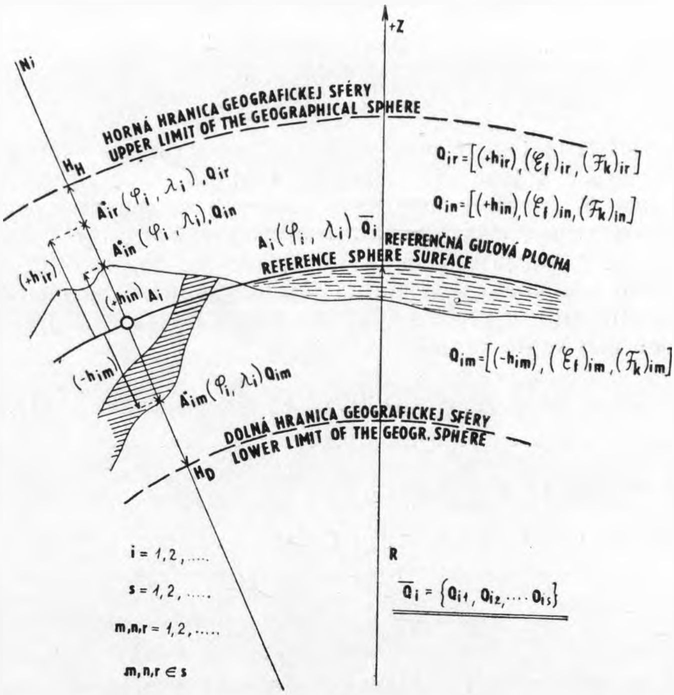
a zobrazenia množín (48) do množín (53) budú

$$\mathrm{G}e_f(\mathrm{P}) = \{e_{fm_f}(P)\} : \rightarrow \mathscr{G}_f = \{\mathscr{E}_{fm_f}(P)\}; \ \mathrm{G}a_k(P) = \{a_{kn_k}(P)\} : \rightarrow \mathscr{F}_k = \{\mathscr{A}_{kn_k}(P)\}, \tag{54}$$

$$\mathscr{L}_G(\triangle P) = \{\mathscr{V}_{ij}(\triangle P_{ij})\}.$$

Teraz sú už splnené všetky základné podmienky pre to, aby sme mohli vo všeobecnej rovine exaktne vyjadriť zobrazenie reálneho priestorového $\mathrm{S}_G(P)$

a jeho subsystémov (40) do abstraktného kartografického systému S_K. Zaveďme však najprv do reálneho priestoru geografickej sféry referenčnú plochu. Pre jednoduchosť predpokladajme referenčnú guľovú plochu uvažovanú v súradnicovej sústave $\langle O, R, \varphi, \lambda \rangle$, kde $O \equiv S$ je počiatok súradnicovej sústavy, S — stred Zeme, R — polomer referenčnej gule, φ, λ — zemepisné súradnice. Položme pre zjednodušenie vyjadrenia $R = 1$, čím sa nenaruší správnosť princípu, takže uvažujeme $\langle O, \varphi, \lambda \rangle$. Uvažujme teraz v ľubovoľnom zvolenom bode A_i (φ_i, λ_i) na referenčnej guli normálu N_i k referenčnej guľovej ploche a na nej v intervale $\langle (H_H)_i, (H_D)_i \rangle$ medzi hornou hranicou $(H_H)_i$ a dolnou hranicou $(H_D)_i$ geografickej sféry uvažujme ľubovoľný bod A^*_{im}, A^*_{in}, A^*_{ir}, kde pre zvolené $i = 1, 2, \ldots$; $m, n, r = 1, 2, \ldots$ (obr. 13). V každom bode na normále N_i nech sú príslušné vektory $\mathbf{e}_f$, $\mathbf{a}_k$ z (26), (27) charakterizované množinami slov (47). Potom poloha každého ľubovoľného bodu A^*_{im}, A^*_{in}, A^*_{ir} na normále N_i v intervale $\langle (H_H)_i, (H_D)_i \rangle$ je určená súradnicami φ_i, λ_i bodu A_i na referenčnej guľovej ploche a nadmorskou výškou $(+h_{in})$, $(+h_{ir})$, alebo podmorskou hĺbkou $(-h_{im})$ uvažovanou v smere normály N_i k referenčnej guľovej ploche, t. j. vyjadrené všeobecne, poloha ľubovoľného bodu A^*_{is} $(m, n, r \in s = 1, 2, \ldots)$ na normálne N_i je v priestore určená polohou bodu A_i (φ_i, λ_i) a nadmorskou výškou $(\pm h_{is})$ v smere normály N_i. Vztiahnime teda body A^*_{im}, A^*_{in}, A^*_{ir} v smere normály N_i do bodu A_i (φ_i, λ_i) na referenčnej guľovej ploche (obr. 13). Zložky vektorov $\mathbf{e}_f$, $\mathbf{a}_k$ ako prvky množín Ge_f, Ga_k (28) subsystémov (31) sú potom



Obr. 13.

v každom bode A^{*}_{is} $[(\varphi_i, \lambda_i); (\pm h_{is})]$ na normále N_i vztiahnutom k bodu $A_i(\varphi_i, \lambda_i)$ vzhľadom na (45) a (54) vyjadrené v tvare

$$A_i(\varphi_i, \lambda_i) \; [(\pm h_{is}); \; (\mathscr{G}_f)_{is}, \; (\mathscr{F}_k)_{is}], \tag{55}$$

kde

$$[(\pm h_{is}); \; (\mathscr{F}_f)_{is}, \; (\mathscr{G}_k)_{is}] = Q_{is}, \tag{55'}$$

takže v bode $A_i(\varphi_i, \lambda_i)$ tvoria Q_{is} pre jednotlivé $s = 1, 2, \ldots$ usporiadanú množinu $Q_i = \{Q_{is}\}$. Celkove je teda každému bodu $A_i(\varphi_i, \lambda_i)$ na referenčnej guľovej ploche vztiahnutá konečná usporiadaná množina údajov $Q_i = \{Q_{is}\}$ z množiny vybraných bodov A^{*}_{is} na normále N_i z intervalu $\langle (H_H)_i, (H_D)_i \rangle$, takže

$$A_i(\varphi_i, \lambda_i) \; Q_i \, . \tag{56}$$

Údaje vztiahnuté k bodom (55), príp. (56) na referenčnej guľovej ploche je už možné zobraziť do zobrazovacej roviny a túto operáciu zobrazenia exaktne kartograficky vyjadriť.

MAPA AKO ABSTRAKTNÝ KARTOGRAFICKÝ SYSTÉM S_K REÁLNEHO PRIESTOROVÉHO SYSTÉMU S_G A JEHO SUBSYSTÉMOV S_{AG}, S_{FG}, S_{ef}, S_{ak}

Uvažujme teraz zobrazovaciu rovinu v kartézskej súradnicovej sústave $\langle O, x, y \rangle$. Kartografické zobrazenie bodov (56) do zobrazovacej roviny pozostáva z dvoch častí:

a) z operácie jednoznačného zobrazenia bodov $A_i(\varphi_i, \lambda_i)$ referenčnej guľovej plochy do bodov $A'_i(x_i, y_i)$ v zobrazovacej rovine, t. j.

$$A_i(\varphi_i, \lambda_i) : \rightarrow A'_i(x_i, y_i), \tag{57}$$

b) z operácie zobrazenia údajov Q_i (55') priradeným k bodom $A_i(\varphi_i, \lambda_i)$ na referenčnej guľovej ploche, do bodov $A'_i(x_i, y_i)$ v zobrazovacej rovine.

Definujme preto najprv zobrazenie (57), v ktorom usporiadaná dvojica $(x_i \, y_i)$ je určená zobrazovacími funkciami

$$x_i = f_1(\varphi_i, \lambda_i); \; y_i = f_2(\varphi_i, \lambda_i), \tag{58}$$

a naopak,

$$\varphi_i = F_1(x_i, y_i); \; \lambda_i = F_2(x_i, y_i), \tag{58'}$$

takže

$$A_i(\varphi_i, \lambda_i) : \rightleftarrows : A'_i(x_i, y_i) \, . \tag{59}$$

V druhej časti zobrazenia (bod b) ide o zobrazenie slov (51), a teda aj (54) do zobrazovacej roviny, ktoré má grafickú alebo digitálnu formu. Pri grafickom zobrazení ide o kartografické zobrazenie $\mathscr{X}$ v grafickej forme do mapy mierky

1:M, v ktorom sa jednotlivé slová alebo súbory týchto slov zobrazia pomocou množiny grafických symbolov do kartografických znakov $\mathscr{C}_{fi}$, α_{kj}. Tieto znaky teda v zobrazovacej rovine vyjadrujú v grafickej forme prvky z $\mathbf{G}_{AG}$, $\mathbf{G}_{FG}$ z (29a, b). Iné kartografické znaky $(\eta_{ni,\,nj})\ \triangle P_{ni,\,nj}))$ vyjadrujú zobrazené vzťahy medzi prvkami z (29a, b).

Množiny kartografických znakov v mape mierky 1:M, ktoré tvoria kartografické obrazy reálnych prvkov množín G_{AG}, G_{FG}, sú charakterizované množinou kartografických parametrov

$$K = \{A, B, C, D\}, \tag{60}$$

ktorej prvky A, B, C, D sú podmnožinami

$$A = \{A_{n_1}\};\ B = \{B_{n_2}\};\ C = \{C_{n_3}\};\ D = \{D_{n_4}\}, \tag{61}$$

pričom A- je podmnožina parametrov bodových prvkov, B-čiarových prvkov, C-plošných prvkov a D je podmnožina parametrov farieb. Množina kartografických parametrov (60) tvorí abstraktnú kartografickú abecedu, ktorej symbolmi sú prvky množín (61).

Zaveďme teraz abecedný operátov zobrazenia $\mathbf{O}_K$ ako funkciu priraďujúcu slovám $\mathscr{A}_{fi}$, $\mathscr{E}_{kj}$, $\mathscr{V}_{ij}$ z množín $\mathscr{G}_f$, $\mathscr{F}_k$, $\mathscr{L}_n$ (47), (49) vytvorených operátormi $\mathbf{O}_{AG}$, $\mathbf{O}_{FG}$, $\mathbf{O}_V$ nad abstraktnou abecedou (43) kartografické slová $\mathscr{C}_{fi}$, α_{kj}, $\eta_{ni,\,nj}$ $n \in f,\ k)$ nad abecedou (60). To pre jednotlivé slová už vzhľadom na polohu P (51) vyjadríme v tvare

$$\mathscr{E}_{ji}(P)\ :\rightarrow\ \mathscr{C}_{ji}(P');\quad \mathscr{A}_{kj}(P)\ :\rightarrow\ \alpha_{kj}(P');\quad \mathscr{V}_{ij}\,(\triangle P_{ij})\ :\rightarrow\ \eta_{ni,\,nj}\,(\triangle P'_{ij}) \tag{62}$$

a pre celé množiny slov (47), (49) vyjadrených vzhľadom na polohu v (53), (54)

$$\begin{aligned}
\mathscr{G}_f(P) &= \{\mathscr{E}_{fi}(P)\}\ :\rightarrow\ \mathscr{K}e_f(P') = \{\mathscr{C}_{fi}(P')\},\\
\mathscr{F}_k(P) &= \{\mathscr{A}_{kj}(P)\}\ :\rightarrow\ \mathscr{K}a_k(P') = \{\alpha_{kj}(P')\},\\
\mathscr{L}_G(P) &= \{\mathscr{V}_{ij}\,(\triangle P_{ij})\}\ :\rightarrow\ \mathscr{K}_R(P') = \{\eta_{ni,\,nj}\,(\triangle P'_{ij}\}.
\end{aligned} \tag{63}$$

Jednotlivé polohove určené kartografické znaky $\varepsilon_{fi}(P')$, $\alpha_{kj}(P')$, $\eta_{ni,\,nj}$ $(\triangle P'_{ij})$ z množín (63) pozostávajú teda z jednotlivých navzájom k sebe priradených symbolov abstraktnej kartografickej abecedy K (60) a z priradenej polohy P, takže tvoria polohove lokalizované kartografické slová. Počet symbolov v každom kartografickom slove udáva dĺžku kartografického slova. Teda ľubovoľný bod A_i (φ_i, λ_i) Q_i (56) sa na základe zobrazovacích funkcií (58) a na základe (62) zobrazí do zobrazovacej roviny v tvare

$$A'_i\,(x_i, y_i)\ [(h_f)_i\ (\mathscr{K}e_f)_i;\ (\mathscr{K}a_k)_i], \tag{63'}$$

kde analogicky vzťahu (55') označme

$$[(h_f)_i\ (\mathscr{K}e_f)_i;\ (\mathscr{K}a_k)_i] = (Q_K)_i, \tag{64}$$

takže (63') vyjadríme v tvare

$$A'_i\,(x_i, y_i)\ \ (\mathrm{Q}_K)_i\,. \tag{64'}$$

Potom celú operáciu zobrazenia ľubovoľného bodu A_i (56) z referenčnej gule do bodu A'_i (64) v zobrazovacej rovine vyjadríme v tvare

$$A_i\,(\varphi_i, \lambda_i)\ \mathrm{Q}_i\ :\to\ A'_i\,(x_i, y_i)\ \ (\mathrm{Q}_K)_i\,. \tag{65}$$

V mape mierky 1:M nemožno však spravidla vždy pre každý prvok $e_{fi}(P)$, $a_{kj}(P)$ z množín $\mathrm{G}e_f(P)$, $\mathrm{G}a_k(P)$ realizovať kartografické zobrazenie slovo po slove vyjadrené všeobecne v tvare

$$e_{fi}(P)\ :\to\ \mathscr{E}_{fi}(P)\ :\to \mathscr{C}_{fi}(P');\ a_{kj}(P)\ :\to\ \mathscr{A}_{kj}(P)\ :\to\ \alpha_{kj}(P')\,, \tag{66}$$

teda vzhľadom na (3) v tvare

$$\begin{aligned} &(e_{fi})\ (P_r)\ :\to\ (\mathscr{E}_{fi})_r\ (P_r)\ :\to\ (\mathscr{C}_{fi})_r\,(P'_r)\,,\\ &(a_{kj})_s\,(P_s)\ :\to\ (\mathscr{A}_{kj})_s\,(P_s)\ :\to\ (\alpha_{kj})_s\,(P'_s)\,. \end{aligned} \tag{66'}$$

To značí, že každému slovu $\mathscr{E}_{fi}(P)$, $\mathscr{A}_{kj}(P)$ nemusí odpovedať jedno kartografické slovo $\mathscr{C}_{fi}(P')$, $\alpha_{kj}(P')$, resp. $(\mathscr{C}_{fi})_r\,(P'_r)$, $(\alpha_{kj})_s\,(P'_s)$, ale viacerým slovám z (53) tvoriacim triedy slov, a to buď triedy $\mathscr{T}\ (\mathscr{E}_{fi})_r\,(P_r)$, $\mathscr{T}\ (\mathscr{A}_{kj})_s\,(P_s)$, alebo triedy $\mathscr{T}\ (\mathscr{E})_{fi}$, $\mathscr{T}\,(\mathscr{A})_{kj}$, môže byť operátorom zobrazenia priradené jedno kartografické slovo $(\mathscr{C}\mathbf{T}_{fi})_p$, $(\alpha\mathbf{T}_{kj})_q$, resp. $(\mathscr{C}\mathbf{T})_{fi}$, $(\alpha\mathbf{T})_{jkj}$. Každé jedno uvedené kartografické slovo teda zobrazuje celú triedu slov. V princípe je totiž z hľadiska mierky mapy M, rozlišovacej úrovne U a z hľadiska zadaného cieľa charakterizovaného množinou krtérií $\mathscr{T}$ možný dvojaký postup pre rozklad množín (35) na triedy:

a) rozklad každej jednotlivej podmnožiny $e_{fi}(P)$, $a_{kj}(P)$ z (34) do disjunktných podmnožín tvoriacich triedy

$$_{\mathrm{T}}e_{fi}(P)\ =\ \{\mathbf{T}(e_{fi})_p\ (P_p)\};\ _{\mathrm{T}}a_{kj}(P)\ =\ \{\mathbf{T}(a_{kj})_q\ (P_q)\}\,, \tag{67}$$

kde $p < r$, $q < s$, pričom pre každé jedno f a i je $p = 1, 2, \ldots$ a pre každé jedno k a j je $q = 1, 2, \ldots$ Počet podmnožín $e_{fi}(P)$, $a_{kj}(P)$ ako prvkov množín (35) pritom zostáva zachovaný, avšak množiny (35) vzhľadom na (67) vyjadríme v tvare

$$\begin{aligned} \mathrm{G_T}e_f(P)\ &=\ \{_{\mathrm{T}}e_{f1}(P),\ \mathbf{T}e_{f2}(P)\,, \ldots,\ _{\mathrm{T}}e_{fm_f}(P)\}\,,\\ \mathrm{G_T}a_k(P)\ &=\ \{_{\mathrm{T}}a_{k1}(P),\ \mathbf{T}a_{k2}(P)\,, \ldots,\ _{\mathrm{T}}a_{kn_k}(P)\}\,, \end{aligned} \tag{68}$$

b) rozklad množín (35) do disjunktných podmnožín tvoriacich triedy prvkov $\mathbf{T}e_{fi}(P)$, $\mathbf{T}a_{kj}(P)$, takže

$$(\mathrm{G}e_{\mathrm{T}})_f\ =\ \{\mathbf{T}e_{fi}(P);\ (\mathrm{G}a_{\mathrm{T}})_k(P)\ =\ \{\mathbf{T}a_{kj}(P)\}\,, \tag{69}$$

pričom $i < m_f$, $j < n_k$. Tomuto rozkladu odpovedá i rozklad množín (68) na triedy, takže

$$(\mathrm{G_T}e_{\mathrm{T}})_f(P)\ =\ \{\mathbf{T}_{\mathrm{T}}e_{fi}(P)\};\ (\mathrm{G_T}a_{\mathrm{T}})_k(P)\ =\ \{\mathbf{T}_{\mathrm{T}}a_{kj}(P)\}\,, \tag{70}$$

pričom však každá trieda zo (70) zjednocuje v sebe niekoľko tried zo (67). Tu iba uveďme, že operácia zjednotenia je závislá od definovaného cieľa zadaného množinou kritérií. Týmto problémom sa však nebudeme teraz zaoberať. Rozkladu do (67) v bode a) korešponduje rozklad množín $\mathscr{G}_f(P)$, $\mathscr{F}_k(P)$ na triedy

$$\begin{aligned} {}_{\mathrm{T}}\mathscr{G}_f(P) &= \{{}_{\mathrm{T}}\mathscr{E}_{f1}(P),\ {}_{\mathrm{T}}\mathscr{E}_{f2}(P), \dots,\ {}_{\mathrm{T}}\mathscr{E}_{fm_f}(P)\}, \\ {}_{\mathrm{T}}\mathscr{F}_k(P) &= \{{}_{\mathrm{T}}\mathscr{A}_{k1}(P),\ {}_{\mathrm{T}}\mathscr{A}_{k2}(P), \dots,\ {}_{\mathrm{T}}\mathscr{A}_{kn_k}(P)\}, \end{aligned} \tag{71}$$

kde pre jednotlivé $i = 1, 2, \dots, m_f$; $j = 1, 2, \dots, n_k$

$$ {}_{\mathrm{T}}\mathscr{E}_{fi}(P) = \{\mathscr{T}(\mathscr{E}_{fi})_r\,(P_r)\};\ {}_{\mathrm{T}}\mathscr{A}_{kj}\,(P) = \{\mathscr{T}(\mathscr{A}_{kj})_s\,(P_s)\}, \tag{71'}$$

v dôsledku čoho každá jedna trieda $\mathbf{T}(e_{fi})_p\,(P_p)$, $\mathbf{T}(a_{kj})_q\,(P_q)$ zo (67) je charakterizovaná jednou triedou zo (71′), t. j.

$$\mathbf{T}(e_{fi})_p\,(P_p) : \rightarrow \mathscr{T}(\mathscr{E}_{fi})_p\,(P_p);\ \mathbf{T}(a_{kj})_q\,(P_q) : \rightarrow \mathscr{T}(\mathscr{A}_{kj})_q\,(P_q), \tag{72}$$

a teda

$$ {}_{\mathrm{T}}e_{fi}(P) : \rightarrow {}_{\mathrm{T}}\mathscr{E}_{fi}(P);\ {}_{\mathrm{T}}a_{kj}(P) : \rightarrow {}_{\mathrm{T}}\mathscr{A}_{kj}(P). \tag{73}$$

Rozklad do (69) v bode b) korešponduje rozklad množín $\mathscr{G}_f(P)$, $\mathscr{F}_k(P)$ (47) na triedy

$$(\mathscr{G}_{\mathrm{T}})_f\,(P) = \{\mathscr{T}(\mathscr{E})_{fi}\,(P)\};\ (\mathscr{F}_{\mathrm{T}})_k\,(P) = \{\mathscr{T}(\mathscr{A})_{kj}\,(P)\}, \tag{74}$$

kde $i < m_f$, $j < n_k$, v dôsledku čoho každá jedna trieda $\mathbf{T}e_{fi}(P)$, $\mathbf{T}a_{kj}(P)$ zo (71) je charakterizovaná jednou triedou $\mathscr{T}(\mathscr{E})_{fi}(P)$, $\mathscr{T}(\mathscr{A})_{kj}(P)$, t. j.

$$\mathbf{T}e_{fi}(P) : \rightarrow \mathscr{T}(\mathscr{E})_{fi}(P);\ \mathbf{T}a_{kj}(P) : \rightarrow \mathscr{T}(\mathscr{A})_{kj}(P), \tag{75}$$

a teda

$$(\mathrm{G}e_{\mathrm{T}})_f(P) : \rightarrow (\mathscr{G}_{\mathrm{T}})_f(P);\ (\mathrm{G}a_{\mathrm{T}})_k(P) : \rightarrow (\mathscr{F}_{\mathrm{T}})_k(P). \tag{76}$$

Každej jednej triede (72) je teda abecedným operátorom zobrazenia priradené jedno kartografické slovo $(\mathscr{C}_{\mathrm{T}fi})_p(P'_p)$, $(\alpha_{\mathrm{T}kj})_q(P'_q)$, t. j.

$$\mathscr{T}(\mathscr{E}_{fi})_p(P_p) : \rightarrow (\mathscr{C}_{\mathrm{T}fi})_p(P'_p);\ \mathscr{T}(\mathscr{A}_{kj})_q(P_q) : \rightarrow (\alpha_{\mathrm{T}kj})_q(P'_q) \tag{77}$$

a každej jednej triede (75) je abecedným operátorom priradené jedno kartografické slovo $(\mathscr{C}_{\mathrm{T}})_{fi}(P')$, $(\alpha_{\mathrm{T}})_{kj}(P')$, t. j.

$$\mathscr{T}(\mathscr{E})_{fi}(P) : \rightarrow (\mathscr{C}_{\mathrm{T}})_{fi}(P');\ \mathscr{T}(\mathscr{A})_{kj}(P) : \rightarrow (\alpha_{\mathrm{T}})_{jkj}(P'). \tag{78}$$

Index **T** pri kartografických slovách v zobrazeniach (77), (78) označuje, že každé toto jedno kartografické slovo zobrazuje jednu triedu slov zo (71′), resp.

zo (74). Súčasne index **T** pri množinách (67), (69), (70), (71′), (74) označuje rozklad týchto množín na triedy, t. j. prvkami týchto množín sú triedy množín.

Kartografické slová v (77) tvoria množiny

$$\mathscr{K}(\mathrm{e}_{(\mathrm{T})fi})_p = \{(\mathscr{C}_{(\mathrm{T})fi})_p(P')\};\ \mathscr{K}(a_{(\mathrm{T})kj})_q = \{(\alpha_{(\mathrm{T})kj})_q(P')\} \tag{79}$$

a kartografické slová v (78) tvoria množiny

$$(\mathscr{K}e_{\mathrm{T}})^f(P') = \{(\mathscr{C}_{\mathrm{T}})_{fi}(P')\};\ (\mathscr{K}a_{\mathrm{T}})_k(P') = \{(\alpha_{\mathrm{T}})_{kj}(P')\}. \tag{80}$$

Uveďme v zostručnení ešte zobrazenie väzieb z hľadiska rozkladu množín Ge_f, Ga_k na triedy (69), a teda aj množín (47), (48) na triedy (74). Tomuto rozkladu odpovedá aj rozklad väzieb (49) na triedy

$$(\mathscr{L}_{\mathrm{T}})_G = \{(\mathscr{V}_{\mathrm{T}})_{ni,nj}(\triangle P_{ni,nj})\}, \tag{81}$$

$n \in f, k;\ i, j = 1, 2, \ldots;\ i \neq j$, pričom $(\mathscr{V}_{\mathrm{T}})_{ni,nj}(\triangle P_{ni,nj})$ predstavuje väzbu dvoch tried zo (69). Táto sa zobrazí do kartografického slova $(\eta_{\mathrm{T}})_{ni,nj}(\triangle P_{ni,nj})$, t. j.

$$(\mathscr{V}_{\mathrm{T}})_{ni,nj}(\triangle P_{ni,nj}) :\rightarrow (\eta_{\mathrm{T}})_{ni,nj}(\triangle P'_{ni,nj}), \tag{82}$$
$$(\mathscr{L}_{\mathrm{T}})_G = \{(\mathscr{V}_{\mathrm{T}})_{ni,nj}(\triangle P_{ni,nj})\} :\rightarrow (\mathscr{K}_R)_{\mathrm{T}} = \{(\eta_{\mathrm{T}})_{ni,nj}(\triangle P_{ni,nj})\}.$$

V každom kartografickom slove zo (79), (80), (82) mapy mierky 1:M je tak síce obsiahnutá príslušná jedna trieda parametrov zo (71′), (74) charakterizujúcich jednu triedu z množín (67), (69), ale nie každý parameter ako symbol abecedy (43), (44) je v každom príslušnom kartografickom slove zobrazený cez kartografickú abecedu K (60), (61) symbol po symbole. To značí, že toto kartografické zobrazenie $\mathscr{Z}$ operátorom zobrazenia $\mathbf{O}_K$ nie je iverzibilné, takže zobrazenie $\mathscr{Z}^{-1}$ k nemu inverzne nezobrazuje spätne každé kartografické slovo symbol po symbole do pôvodných slov nad abecedou (43), (44) charakterizujúcich prvky množín G_{AF}, G_{FG}. To je princíp miery homomorfie obsahu mapy voči originálu.

Miera homomorfie závisí od mierky mapy, rozlišovacej úrovne U a definovaného cieľa. Na základe uvedeného možno teda vyjadriť systém S_G v mape, uvažovanej ako kartografický model, pomocou operácie zobrazenia.

Zobrazme v zmysle doteraz uvedených vzťahov reálny systém S_G v grafickej alebo digitálnej forme do abstraktného systému S_K v mierke 1:M. Tým súčasne v tejto mierke zobrazujeme aj reálny systém S_{AG} do kartografického abstraktného systému $(\mathrm{S}_K)_{AG}$ a systém S_{FG} do abstraktného kartografického systému $(\mathrm{S}_K)_{FG}$. Tak isto môžeme zobraziť jednotlivé reálne subsystémy $\mathrm{S}e_f$, $\mathrm{S}a_k$ do abstraktných kartografických subsystémov $(\mathrm{S}_K)e_f$, $(\mathrm{S}_K)a_k$. Uvedené zobrazenia v mierke 1:M vyjadríme v tvare

$$\begin{gathered}\mathrm{S}_G(P) :\rightarrow (\mathrm{S}_K)_G(P);\ \mathrm{S}_{AG}(P) :\rightarrow (\mathrm{S}_K)_{AG}(P);\ \mathrm{S}_{FG}(P) :\rightarrow (\mathrm{S}_K)_{FG},\\ \mathrm{S}e_f(P) :\rightarrow (\mathrm{S}_K)e_f;\ \mathrm{S}a_k(P) :\rightarrow (\mathrm{S}_K)a_k,\end{gathered} \tag{83}$$

v ktorom je už obsiahnutý aj priestorový aspekt v zmysle vzťahov (40). V tomto zmysle potom aj systém $(S_K)_G(P)$ všeobecne charakterizujeme ako

$$(S_K)_G(P) = \{(G_K)_G(P), (R_K)_G(P)\}, \tag{84}$$

kde $(G_K)_G(P) \equiv \mathscr{K}_G(P)$ je množina prvkov tvoriacich kartografické obrazy prvkov množiny $G_G(P)$ systému $S_G(P)$ a $(R_K)_G(P) \equiv (\mathscr{K}_R)_G$ je kartograficky zobrazená množina vzťahov $R_G(P)$ v systéme $S_G(P)$. Podobne by sme vyjadrili na základe zobrazení (83) i ďalšie systémy a subsystémy v (40). V zobrazeniach (83) je obsiahnutý aj rozklad množín $G_{AG}(P)$, $G_{FG}(P)$, $Ge_j(P)$, $Ga_k(P)$ na triedy, takže kartograficky zobrazené systémy uvažujeme zároveň ako homomorfné, s rôznou možnou mierou homomorfie. Poznamenajme, že miera homomorfie úzko súvisí s množstvom informácie I o zobrazenom reálnom priestorovom systéme $S_G(P)$ obsiahnutom na jednotke plochy $\triangle D$ mapy mierky $1{:}M$. Mapa ľubovoľnej mierky $1{:}M$ môže na jednotku plochy $\triangle D$ obsahovať maximálne a minimálne množstvo informácie I_{max}, I_{min}. Interval $\triangle I$ závisí od miery piestorovej diferenciácie systému $S_G(P)$, od mierky mapy a s ňou súvisiacej rozlišovacej úrovne U, atď. Načrtnutá problematika je veľmi široká a možno ju dať do súvisu s problematikou kartografického jazyka riešenou u nás M. Martínkom [16, 17] a J. Pravdom [20, 21, 22, 23], v zahraničí autormi prác [18, 24, 2, 3, 25] a ďalších. Priamo súvisí ďalej s problematikou kartografického modelovania a kartografickej informácie [4, 5, 6, 7, 26]. Problematika, ktorú riešili, tvorí jeden širší logický celok s problémom, ktorý sme tu načrtli. V práci sme však z nášho hľadiska stručne uviedli iba najzásadnejšie aspekty tohto problému tak, aby bol v ňom súčasne obsiahnutý aj problém modelovania a spracovania na samočinných počítačoch. V tomto smere je to hlavne otázka formy zápisu dát pre geoinformačné systémy, napr. vzťah (55), (56) a otázka automatizovaného kartografického zobrazenia (operátory zobrazenia, abecedné operátory, atď.).

ZÁVER

Mapa je druhý adkevátny vyjadrovací prostriedok v geografii. Mapu možno všeobecne súčasne ponímať z dvoch hľadísk:

a) ako abstraktný kartografický model $(S_K)_G$ reálneho priestorového systému S_G opisujúceho krajinu ako priestorový dynamický komplex,

b) ako nosteľa priestorovej informácie o tomto reálnom priestorovom systéme. Zobrazenie S_G do $(S_K)_G$ je jednoznačne určené operáciou zobrazenia, ktorá je definovaná operátorom zobrazenia. Ním je určený buď digitálny výstup (digitálna mapa), alebo grafický výstup. Pri grafickom výstupe je ním pre každý jeden zobrazovaný prvok alebo triedu prvkov jednoznačne určený jeden kartografický znak — tzv. kartografické slovo.

Teória zobrazenia vzťahov (83) tvorí usporiadanú množinu logicky za sebou nasledujúcich pravidiel, ktoré sú v širšom zmysle súčasťou „gramatiky" kartografického jazyka, tzv. jazyka mapy. Preto táto teória patrí do kartografie ako samostatnej vednej disciplíny. S aparátom kartografie ako metodickým nástrojom pracuje každá tá vedná disciplína, ktorá narába s priestorovou informáciou, s priestorove diferencovanými javmi, ktoré zobrazuje do mapy.

Preto aparát kartografie musí ovládať každý jeden odborník z takýchto vedných disciplín, ak má seriózne pracovať s výstupom na mapu a túto mapu má adekvátne používať ako svoj druhý vyjadrovací prostriedok. Kartografia sa postupne konštituovala ako samostatná vedná disciplína. Nie je ani súčasťou geodézie, ani geografie a ani žiadnej inej vednej disciplíny, i keď z hľadiska komplexnosti a rozsiahlosti zobrazovaných javov a súvisov medzi nimi má najbližšie ku geografii. Tvorí prienik so všetkými vednými disciplínami, ktoré pracujú s polohou v priestore a s priestorove diferencovanými javmi.

LITERATÚRA

1. ARMAND, A. D.: Prirodnyje kompleksy kak samoreguliruemyje sistemy. Izv. AN SSSR, ser. geogr., *2*, 1966. — 2. ASKANIKAŠVILI, A. F.: Jazyk karty. Trudy Tbiliskogo gosudarstvennogo universiteta. Tbilisi, *167*, 122. — 3. ASKANIKAŠVILI, A. F.: Kartografija, voprosy obščej teoriji. Mecnerieva 1968. — 4. BERLIANT, A. M.: Kartografičeskij metod kak sredstvo matematizaciji geografičeskich isledovaniji. Sbor. Matematičeskije metody v geografiji. Izd. Mosk. univ., 1968. — 5. BERLIANT, A. M.: Karty vzaimosvjazej javlenij i ich primenenije v geografičeskich isledovanijach. Vest. Mosk. univ., Geogr., *1*, 1972. — 6. BERLIANT, A. M.: Kartografičeskij metod issledovanija. Itogi nauki i techniky, Kartografija, *6*, Moskva 1974. — 7. BERLIANT, A. M.: Kartografičeskoje modelirovanije i systemnyj analiz. Puti razvitija kartografiji. Izd. Mosk. univ., 1975. — 8. CAROL, H., NEEF, C.: Zehn Grundsätze über Geographie und Landschaft. Pett. geogr. Mitt., *101*, J., 1957, H. 2. — 9. DEVDARIANI, A. S.: Evoľjucionnyje rjady fizikogeografičeskich javlenij i konečnije avtomaty. Izd. AN SSSR, ser. geogr., *2*, 1969. — 10. KRCHO, J.: Prírodná časť geosféry ako kybernetický systém a jeho vyjadrenie v mape. Geogr. Čas., *2*, 1968.

11. KRCHO, J.: Štruktúra a priestorová diferenciácia fyzickogeografickej sféry ako kybernetického systému. Geogr. Čas., *26*, 2, 1974. — 12. KRCHO, J.: Struktura i prostranstvennaja diferenciacija fizikogeografičeskoj sfery kak kibernetičeskoj sistemy. Novyje idey v geografiji, *1*. Izd. Progress, Moskva 1976. — 13. KRCHO, J.: Teória kartografického zobrazenia reálneho teritoriálneho systému S_G a formulácia operátora zobrazenia. Zbor. Kartografia a spol. pokrok, V. kartogr. konf. ČSSR, Banská Bystrica 1978. — 14. KRCHO, J.: Vyjadrenie miery priestorovej diferenciácie krajiny ako systému S_{FG} a priestorovej diferenciácie reliéfu pomocou miery entrópie. Geogr. Čas., *4*, 1976. — 15. KRCHO. J.: Krajina ako priestorový dynamický systém a vyjadrenie jej priestorovej diferenciácie mierou entrópie. [Habilitačná práca.] Bratislava 1977. — 16. MARTÍNEK, M.: K problematice kartografické semiotiky jako nové oblasti teoretické kartografie. Geodet. a kartogr. obzor, *20*/62/, 2, 1974. — 17. MARTÍNEK, M.: Dovětek lektora k článku Kartografický jazyk. Geodet. a kartogr. obzor, *23*/65/, 20, 1977. — 18. MORISSON, J. L.: A theoretical Framework for Cartographic Generalisation With Ephasis on the Process of Symbolisation. International Yearbook of Cartography, *14*, 1974. — 19. NEEF, E.: Die theoretischen Grundlagen der Landschaftslehre. Gotha 1967. — 20. PRAVDA, J.: Metódy kartografickej interpretácie. [Kandidátska práca.] SVŠT, Bratislava 1975.

21. PRAVDA, J.: Kartografický jazyk. Geodet. a kartogr. obzor, *23*/65/, 10, 1977. — 22. PRAVDA, J.: Kartografická interpretácia výsledkov geografickej syntézy. Správa zo štát. výsk. úlohy II-5-1/17, Geografický ústav SAV, Bratislava 1978. — 23. PRAVDA, J.: Gnozeologicko-semiologické aspekty kartografického vyjadrovania. Geodet. a kartogr. obzor, *25*/67/, 1, 1979. — 24. RATAJSKI, L.: Pewne aspekty gramatiky jezyka mapy. Polski przeklad kartograficzny, *2*, 1976. — 25. SALIŠČEV, K. A.: Kartovedenije, Moskva 1976. — 26. ŠIRJAJEV, E. E.: Novyje metody kartografičeskogo otobraženija i analiza geoinformaciji s primenenijem EVM. Izd. Nedra, Moskva 1977. — 27. ÚJVÁRI, J.: Mo-

dèles physiques des processus hydrologiques majeurs (Étude de la théorie des systèmes). Geographie internationale, *176,* Climatologie, hydrologie, glaciologie, *2,* 1976. — 28. ÚJVÁRI, J.: Principles Connected with Quantification of Geographical Para, eters on Hydrological Processes. Coll. Sym. on Meteorology of the Hydrology of Surface Waters. IGU, 1978. — 29. ÚJVÁRI, J.: Unele implicatii epistemologice ale orientarii sistemice in geografie. Studia Univ. Babes-Bolysi, Ser. Geogr. — geol., *2,* 1978. — 30. ÚJVÁRI, J.: Geoecologie, Sisteme si modele in geografie. Univ. Babes-Bolyai, Cluj-Napoca 1979.

Йозеф Крхо

КАРТА КАК АБСТРАКТНАЯ КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ S_K ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ЛАНДШАФТА — РЕАЛЬНОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ S_G

Настоящая статья рассматривает проблему отображения содержания, функции и роли карты с аспекта теории систем. Карта рассматривается как абстрактная картографическая модель S_K любой реальной пространственной системы S. Данная проблематика конкретизирована для географической сферы (рис. 1). Географическая сфера рассматривается как пространственно организованная и дифференцированная динамическая система S_G [1], в которой G_G [2] представляет собой множество в плановом отношении определенных элементов g_i рассматриваемых на их самом низком уровне различения U и R_G представляет собой множество зависимостей r_{ij} (рнс. 2). Система S_G состоит из двух пространственно организованных систем S_{AG}, S_{FG}, где S_{AG} — субсистема социально-экономической сферы и S_{FG} — субсистема физико-географической сферы. Субсистемы S_{AG}, S_{FG} находятся в интеракции. Между ними существует взаимообратная связь ($S_{AG} \rightleftarrows S_{FG}$). Субсистемы S_{AG}, S_{FG} можно изучать как самостоятельные системы (рис. 6). Состояние общей системы S_G в избранном интервале времени $\triangle T$ для каждого места в пространстве характеризуется состояниями его элементов g_i.

Пространственно организованная и пространственно дифференцированная система S_G является, по нашему мнению, предметом картографического отображения в проекционной площади относящейся к удобно избранной системе координат. При этом в избранном масштабе $1:M$ и на соответствующем уровне различаемости U картографически отображаются как элементы g_i реальной пространственной системы S_G, так и зависимости r_{ij} между ними. Элементам g_i реальной системы S_G и множествам зависимостей $R_G = \{r_{ij}\}$ между ними отвечают на карте их картографические отображения (образы), представленные картографическими знаками. Таким образом получаем отношения:

1. элемент g_i реальной пространственной системы S_G	$[\leftrightarrow]$	его картографический образ (картографический знак) в карте
2. зависимости r_{ij} между элементами g_i, g_j $(i,\ j\ =\ 1, 2\ldots)$ реальной пространственной системы S_G	$[\leftrightarrow]$	картографические образы V_{ij} этих зависимостей в карте

На разных уровнях различаемости можно осуществить или первое отношение или одновременно обе отношения как в графической, так и в цифровой форме. Если осуществляются обе отношения одновременно, в качестве результата полной операции отображения возникает абстрактная картографическая система $(S_G)_K$. Операция отображения определена оператором отображения. С аспектов оператора отображения нами рассматривается картографический знак как т. н. „картографическое слово“. Картографические слова образуют классы. Один каждый картографический класс образует одно картографическое предложение („фразу“). С аспекта оператора отображения можно содержание карты рассматривать как картографический текст, состоящий из множества картографических предложений. В экстремном случае картографический текст может состоять из одного предложения. Карта имеет свой собственный язык, у которого есть своя грамматика. Учитывая отображаемые элементы g_i реальной пространственной системы S_G и отношения между ними, карту можно рассматривать в качестве модели $(S_G)_K$ этой реальной системы S_G, а именно для какого-нибудь избранного интервала времени $\triangle T$ в масштабе $1:M$ и на уровне различаемости U. Между картографической моделью $(S_G)_K$ и реальной системой S_G существует гомоморфная связь. Мера гомоморфизма зависит от масштаба $1:M$ и с ним связанной уровней различаемости U. Данная проблема имеет теоретическое, но также и практическое значение в процессе создания алгоритмов процесса полного автоматического создания карт. Эта проблема имеет связь со статьями [16, 17], далее [20, 21, 22, 23], а также [18, 24, 2, 3] и др. Однако, она имеет прямую связь с проблематикой картографического моделирования и картографической информации [4, 5, 6, 7, 26].

Рис. 1—11.

Рис. 12. Сфера промышленности как пространственная система $S_{e_3} = G_{e_3}, R_{e_3}$ — двойное выражение элементов множества G_{e_3} и множества отношений между ними (более узкая структура) на примере 5-промышленных отраслей в подразделении, в настоящее время принятом в ЧССР, e_{31} — энергетика, e_{32} — топливная промышленность, e_{33} — добыча руды и металлургия, e_{34} — машиностроение и металлообрабатывающая промышленность, e_{35} — резиновая и асбестоцементная промышленность.

а) без выражения положения и пространственного размещения элементов e_{3i} $(i = 1, 2, \ldots 5)$ и отношений между ними (т. н. функциональное упорядочение).

б) с выражением положения и пространственного размещения элементов e_{3i} и отношений между ними в плоскости отображения (в карте).

Рис. 13.

Перевод: Л. Правдова

Jozef Krcho

MAP AS AN ABSTRACT CARTOGRAPHICAL MODEL S_K OF GEOGRAPHICAL LANDSCAPE AS OF A REAL SPATIAL SYSTEM S_G.

In the work the problem of expressing the content, function and position of a map is being explained, namely from the viewpoint of systems theory. A map is considered as an abstract cartographical model S_K of any real spatial system S. The problem mentioned is concretized on the geographical sphere (Fig. 1). The geographical sphere is considered as a spatially organized and differentiated dynamic system S_G (1), in which G_G (2) is on the lowest distinguishing level U the considered set of positionally determined elements g_i and R_G is a set of dependences r_{ij} (Fig. 2). System S_G consists of two spatially organized subsystems S_{AG}, S_{FG}, where S_{AG} is the subsystem of socioeconomic sphere and S_{FG} is the subsystem of physicogeographical sphere. Both the system S_{AG} and S_{FG} are in an interaction. A backhauling exists between them $(S_{AG} \rightleftarrows S_{FG})$. The subsystems S_{AG} and S_{FG} can be studied as independent systems (Fig. 6). The situation of all the system S_G is characterized by the situations of its elements g_i within a chosen time interval $\triangle T$ in any place in the space.

From our viewpoint the spatially organized and spatially differentiated system S_G is the object of cartographic representation into a representing area considered within a suitably chosen coordinate system. At the same time at a chosen scale $1:M$ and on a corresponding distingushing level U we represent cartographically both the elements g_i of the real spatial system S_G and the dependences r_{ij} between them. To the elements g_i of the real system S_G and to the set of dependences $R_G = \{r_{ij}\}$ between them their cartographic figures correspond on the map, being represented by cartographical signs. In this way we can get relations as follows:

1. element g_i of the real spatial system S_G	$[\leftrightarrow]$	its cartographical figure (cartographical sign) on the map
2. dependences r_{ij} between elements g_i, g_j $(i, j = 1, 2, \ldots)$ of the real spatial system S_G	$[\leftrightarrow]$	cartographical figures of these dependences on the map

On different distinguishing levels we can realize both the first point, or both and that in a graphical or digital forms. On condition that both the points are realized at the same time, we shall get an abstract cartographical system $(S_G)_K$ as the result of entire representing operation.

The representing operation is defined by a representing operator. From the viewpoint of representing operator the cartographical sign may be considered as the so called „cartographical word". The cartographical words form classes. Each class of cartographical words forms one cartographical sentence.

From the viewpoint of representing operator the content of any map can be understood as a cartographical text consisting of a set of cartographical sentences. In an extreme case the cartographical text can consist of one sentence. A map has its own language, which has its own grammar. In view of represented elements g_i of the real spatial system S_G and the relations between them the map can be considered as a model $(S_G)_K$ of this real system S_G, namely for a chosen time interval $\triangle T$ at a scale $1{:}M$ and distinguishing level U. Between the cartographic model $(S_G)_K$ and the real system S_G is a homomorphous relation. The measure of homomorphy lies in the measure $1{:}M$ and the distinguishing level U connected with it. The problem has both the theoretic and practical importance in forming algorithms in a fully automatic map creation. It connects with problems solved in the works [16, 17], in the works [20, 21, 22, 23] and in the works [18, 24, 2, 3] and in others. Further it connects direct with the problems of cartographic modelling and cartographic information [4, 5, 6, 7, 26].

Fig. 1—11.

Fig. 12. Industrial sphere as spatial subsystem $Se_3 = \{Ge_3, Re_3\}$
double expression of elements of set Ge_3 and set of their interrelations (closer structure $(Re_3)_V$) presented on five industrial branches according to recent classification in Czechoslovakia,
e_{31} — power industry, e_{32} — industry of fuels, e_{33} — mining and metallurgy, e_{34} — engineering and metal-working industry, e_{35} — rubber industry, asbest-cement industry.

a) without expression of a position and spatial order of elements and their interrelations (functional order).

b) with expression of a position and spatial order of elements and their interrelations in a representing plane (map).

Fig. 13.

Translated by A. Krajčír