

JOZEF KRCHO*, EVA MIČIETOVÁ**

GEOGRAFICKÝ INFORMAČNÝ SYSTÉM — ŠTRUKTÚRA A ÚROVNE INTEGRITY

Jozef Krcho, Eva Mičietová: Geographical Information System: the Structure and Integrity Levels. Geogr. Čas., 41, 1989, 4; 4 figs, 16 refs.

The contribution gives a general view of creating a geographical information system. It is aimed at an analysis of its structure and integrity levels. In details it analyses the problems of logical structure of the geographical information systems data basis related to outer properties of the subject of information system as well as to the functions that are to be performed by the system.

ÚVOD

Článkom nadväzujeme na príspevok Geoinformačný systém o geografickej sfére a komplexný digitálny model priestorovej štruktúry ako jeho integrálna súčasť, ktorý bol uverejnený v Geografickom časopise 3/1989. Zavedenie systémového prístupu ku geografickej sfére ako priestorovo organizovanému systé-

mu, polohové priradenie údajov v tvare údajového vektora \vec{Q} , ako aj úplná operácia zobrazenia reálneho priestoru geografickej sféry vo vzťahu ku kartografickej báze údajov, ktoré boli v tomto príspevku uvedené, špecifikujú tie základné vlastnosti a prístupy k predmetu geoinformačného systému — geografickej sfére, ktoré podmieňujú informačný proces [5, 13].

Špecifikáciu „geografické“ majú tie geoinformačné systémy, ktoré pracujú na princípe banky dát s priestorovou bazou dát. Označenie *priestorová* báza dát vyjadruje polohovú lokalizáciu dát, ktorá je základným atribútom údajov v báze dát geografických informačných systémov. Konkrétne vyjadrenie polohovej lokalizácie údajov v báze dát vyplýva zo špecifikácie operátora zobrazenia v zmysle prác [8, 9]. Rozsiahlu charakteristiku vytváraných geografických informačných systémov vo svete podávajú práce [1, 10].

Súčasný vývoj geografických informačných systémov významne podmieňuje spôsob získavania dát. Geografické informačné systémy boli tradične koncipované tak, aby pracovali s konvenčnými — vektorovo kódovanými priestorovými údajmi (údaje získavané digitalizáciou máp). Bázy dát, založené neskôr na dru-

*Doc. RNDr. Jozef Krcho, CSc., Prírodovedecká fakulta UK, Katedra fyzickej geografie a kartografie, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava; **RNDr. Eva Mičietová, CSc., Geografický ústav CGV SAV, Obrancov mieru 49, 814 73 Bratislava.

žicových snímkach, boli realizované na rastrovom princípe. V súčasnosti sa vývoj v oblasti geografických informačných systémov zameriava na tvorbu integrovaných báz dát, ktoré spájajú výhody kombinovania obidvoch typov dát. Prehľad tvorby priestorových databáz podáva práca [3]. Vývoj v tejto oblasti sa orientuje na zdokonaľovanie buď prístupu k priestorovým údajom¹ alebo problematike interakcie rôznych typov dát.

Vývoj geografických informačných systémov sa zameriava na užívateľský interface, ktorý by sprístupnil používanie banky dát aj pre neskúsených užívateľov. Významným aspektom užívateľského interface, ktorému sa venuje v súčasnosti pozornosť, je vizualizácia a interpretácia geografických informácií na základe kombinovania rôznych typov priestorových dát na báze počítačovej grafiky.

Významný celosvetový trend, ktorý pravdepodobne ovplyvní geografické informačné systémy, je rozvoj technológií na komunikáciu dát s možnosťou rozptýlených databáz. Vyžaduje to však vytvorenie sietí, ale najmä štandardizáciu dátových formátov a štruktúr. Odhaduje sa, že vo vyspelých oblastiach sa to uskutoční v priebehu desiatich rokov.

Geografický informačný systém sa v súčasnosti vytvára na pracoviskách Centra geovedného výskumu Slovenskej akadémie vied. Má zabezpečovať zber, uchovávanie priestorových údajov a odvodenie polohových informácií z územia SSR so zameraním na výskumné ciele jednotlivých pracovísk. Geografický informačný systém charakterizujeme z hľadiska údajov, ich transformácií, technického a organizačného zabezpečenia tak, aby sme špecifikovali základné úrovne integrity. V súlade so všeobecným trendom používaných metód v rámci geografických informačných systémov podávame celkovú analýzu ich štruktúry. Vychádzame pritom z prác [5, 7, 13]. Geografický informačný systém pracovísk Centra geovedného výskumu SAV sa bude realizovať na princípe integrovanej bázy dát, čím sa rozšíria jeho operačné možnosti vzhľadom na doteraz realizovaný systém tohto typu, napr. systém METEOSYS, ktorého báza dát má rastrovú organizáciu dát, do širších aplikačných oblastí.

PREDMET A FUNKCIE GEOGRAFICKÉHO INFORMAČNÉHO SYSTÉMU

Požiadavky súčasnosti v oblasti geovedných disciplín vedú k rozvoju metód monitorovania vzťahov medzi komponentmi geografickej sféry a k rozpracovaniu numerických prognostických modelov procesov v nej prebiehajúcich, pre výskum, ako aj zabezpečenie riadiacich funkcií národného hospodárstva tak, aby v dôsledku nesprávnej stratégie využitia krajiny nedochádzalo k porušeniu jej autoregulačných mechanizmov.

Plnenie týchto požiadaviek vychádza z možnosti získavania kvalitných údajov o prvkoch geografickej sféry. Vytvárajú a uplatňujú sa metódy distančnej sondáže krajiny. Dostupné sú metódy matematického opisu krajinného reliéfu, ktorý je hlavným diferenciacnym faktorom látkovo-energetických procesov. Poznatky o vlastnostiach geosféry a procesov v nej prebiehajúcich, zaznamenané v špecifických tematických mapách alebo v tabuľkovej forme, sú rovnako cenným zdrojom údajov.

Geografický informačný systém predstavuje technicko-programový aparát na zber, uchovávanie údajov o krajine a odvodenie informácií o nej tak, aby

boli zabezpečené riadiace funkcie v systéme radenia výskumu a využitia krajiny.

Funkcie geografického informačného systému uvažujeme v troch rovinách: Prvú predstavuje zber údajov o jednotlivých prvkoch geografickej sféry z rôznych zdrojov — zo staničných meraní, diaľkového prieskumu Zeme, prevzatím z už existujúcich informačných systémov.

Druhá rovina funkcií je zabezpečenie disponibility údajov na princípe banky dát. Banka dát musí umožňovať výber údajov za ľubovoľné územné celky tak, ako to vyžaduje geografický aspekt spracovania priestorových údajov o krajine (výber údajov bodových i plošných vektorového i rastrového formátu).

Tretiu rovinu funkcií geografického informačného systému tvoria programové prostriedky na realizáciu úloh v oblasti geovedných disciplín — vyjadrenie vertikálnych vzťahov medzi prvkami geografickej sféry prostredníctvom rôznych typov modelov, vyjadrenie horizontálnych vzťahov a priestorovej diferenciácie jednotlivých prvkov a vzťahov medzi nimi. Do tejto skupiny funkcií sú zahrnuté aj prostriedky na kartografickú interpretáciu odvodených informácií v grafickej forme.

Predmetom geografického informačného systému je špecifikované územie, ktorého horizontálne ohraničenie možno vyjadriť zemepisnými súradnicami φ_s , φ_j , λ_z , λ_v , kde φ_s je severné ohraničenie, φ_j je južné ohraničenie, λ_z je západné ohraničenie a λ_v je východné ohraničenie uvažovaného územia. Horizontálne ohraničenie územia môže byť vyjadrené tiež postupnosťou bodov $P_i(x_i, y_i)$, kde $i = 1, 2, \dots, n$, ktoré ležia na hranici zvoleného územného celku, zobrazeného v rovine X, Y v rovine mapy. Vertikálne ohraničenie záujmovej oblasti je vyjadrené hornou a dolnou hranicou v smere normály k zemskému povrchu [9].

Popri horizontálnom a vertikálnom vymedzení územného celku, ktorý je predmetom geografického informačného systému, je na tejto úrovni potrebné určiť najvyššiu rozlišovaciu úroveň — mierku komplexnej údajovej základne geografického informačného systému. Z rozlišovacej úrovne vyplývajú kritériá reprezentatívnosti pri zbere údajov. Rozlišovacia úroveň komplexnej údajovej základne je podmienená typom aplikačných úloh, kvalitou východiskových údajov, ale aj dispozíciami výpočtovej techniky informačného systému. Vzhľadom na to, že pri tvorbe geografického informačného systému spravidla nie je možné ovplyvniť kvalitu prvotných údajov, je práve táto určujúcim kritériom najvyššej polohovej, a teda aj informačnej presnosti komplexnej údajovej základne.

VŠEOBECNÁ CHARAKTERISTIKA ŠTRUKTÚRY GEOINFORMAČNÉHO SYSTÉMU

Stanovenie predmetu a funkcií geografického informačného systému je východiskom na analýzu jeho štruktúry, ktorú charakterizujeme na základe prvkov a vzťahov medzi nimi. V zmysle práce [13] geografický informačný systém pozostáva z týchto základných komponentov — subsystémov:

Subsystém S_{ZP} zabezpečuje zber a prvotné spracovanie údajov, ich formálnu a logickú kontrolu a transformáciu údajov do takej formy, ako požaduje komplexná báza dát.

Subsystém S_{DB} zabezpečuje zjednotenie prvotných údajov v komplexnej údajovej základni a ich uloženie na pamäťové médiá vo forme súborov. V rámci

tohto subsystému sa uplatňuje princíp banky dát. Táto pozostáva z bázy dát a systému riadenia bázy dát, pričom je zabezpečená jednota dátovej základne a programovo-technického aparátu na prácu s dátami. Prvkami bázy dát sú súbory dát, ktorých logická organizácia zodpovedá vonkajším vlastnostiam predmetu geografického informačného systému, ako aj požiadavkám aplikačných úloh. Tieto podmieňujú spôsoby výberu údajov o území, určujú tzv. prístupové cesty k údajom v báze dát. Logické súbory dát, ako aj prístupové cesty k nim fyzicky zabezpečuje systém riadenia bázy dát ako špecifický programovo-technický aparát, nezávislý od konkrétnych aplikačných úloh.

Subsystém S_{AP} zabezpečuje odvodenie polohových, ale aj iných informácií o území prostredníctvom aplikačných úloh. Tieto majú formu programových komplexov — automatizovaných systémov a predstavujú programovú realizáciu rôznych typov modelov používaných v geovedných disciplínach na vyjadrenie priestorovej diferenciácie prvkov geografickej sféry alebo procesov, prebiehajúcich medzi týmito prvkami. K základným typom aplikačných úloh geografického informačného systému patria priestorové analýzy prvkov geografickej sféry, modelovanie zložitých priestorových štruktúr, ako aj kartografické modelovanie priestorových vzťahov v krajine.

Všetky úrovne — subsystémy geografického informačného systému musia byť vzájomne prepojené do jedného celku. Funkčnosť tohto celku podmieňuje:

- vhodné technické vybavenie všetkých úrovní informačného systému,
- dôsledná analýza vlastností údajov vo vzťahu k objektu a funkciám geografického informačného systému,
- špecifikácia transformácií údajov medzi jednotlivými úrovňami geografického informačného systému,
- organizačné zabezpečenie geografického informačného systému.

Uvedené hľadiská predstavujú tri základné úrovne integrity — technickú, údajovú a organizačnú. V ďalších častiach sa zameriavame na problematiku integrity údajov geografického informačného systému, pretože táto výrazne podmieňuje funkčnosť jeho banky dát.

VONKAJŠIE CHARAKTERISTIKY DÁT GEOGRAFICKÉHO INFORMAČNÉHO SYSTÉMU

Základné atribúty dát

Základné podmienky existencie objektov geografickej sféry sú čas a priestor. Z hľadiska času a priestoru špecifikujú určité stavové veličiny vlastnosti prvkov geografickej sféry. Komplexná údajová základňa, ktorej objektom je určitý výrez z geografickej sféry, má preto tiež základné atribúty časovej platnosti a priestorovej lokalizácie jednotlivých údajov ako reálnych hodnôt uvažovaných stavových veličín.

Z hľadiska časovej platnosti možno údaje o prvkoch geografickej sféry rozdeliť do dvoch skupín. Do prvej sú zahrnuté údaje, ktoré opisujú vlastnosti krajinného prvku v časovom okamžiku — majú okamžitý charakter. Druhá skupina veličín charakterizuje vlastnosti reálnych objektov v dlhšom časovom období — časovom intervale, majú intervalový charakter. Ak majú niektoré údaje permanentnú časovú platnosť (z hľadiska stanovených kritérií), alebo nie sú

týmto atribútom špecifikované (napr. knižničné záznamy o spôsoboch získania údajov), možno ich považovať za časovo nezávislé.

Priestorovosť údajov je vyjadrená polohovou lokalizáciou, ktorú uvažujeme v zvolenom súradnicovom systéme. Týmto môže byť zemepisný súradnicový systém $\{S, \varphi, \lambda\}$, kde poloha bodu je určená na referenčnom telese Zeme zemepisnou šírkou $-\varphi$, a zemepisnou dĺžkou λ , alebo rovinný súradnicový systém $\{O, X, Y\}$, kde poloha bodu je vyjadrená súradnicami x, y v rovine mapy. Úplná operácia zobrazenia medzi týmito súradnicovými systémami je formulovaná v práci [8].

Popri časovej a priestorovej špecifikácii údajov je dôležitá územná platnosť údajov. Stavové veličiny, ktoré charakterizujú vlastnosti prvkov geografickej sféry v bodoch reprezentatívne rozložených v priestore, polohovo lokalizovaných súradnicami x, y alebo φ, λ , predstavujú prvky pravidelných alebo nepravidelných diskretných bodových polí, majú územnú bodovú platnosť. Priestorová štruktúra týchto polí je vyjadrená vo forme rôznych typov sietí — trojuholníkových, štvorcových, šesťuholníkových a pod.

Ak stavové veličiny charakterizujú vlastnosti prvkov geografickej sféry vo vzťahu k určitej vymedzenej ploche, majú plošnú územnú platnosť. Plošné areály platnosti údajov môžu byť vyjadrené pomocou elementov plochy, ktoré sú vymedzené určitou sieťou [najčastejšie štvorcovou] a pokrývajú uvažovaný areál platnosti veličiny, alebo sú areály platnosti údajov vymedzené postupnosťou bodov hranice tohto areálu v zvolenom súradnicovom systéme.

Polohová lokalizácia údajov — jednotná kartografická báza, jednotná kartografická sieť

Údaje o prvkoch geografickej sféry sa získavajú z rôznych zdrojov, a preto je veľmi rôznorodá forma ich polohového určenia i územnej platnosti. Údaje sú polohovo lokalizované buď v systéme $\{S, \varphi, \lambda\}$ alebo v systéme $\{O, X, Y\}$. Z operácie zobrazenia medzi týmito systémami vyplýva, že analytický tvar zobrazovacích funkcií je podmienený spôsobom zobrazenia, a teda špecifické typy tematických máp v dôsledku rôzne špecifikovaných operátorov zobrazenia majú rôzne deformačné vlastnosti. Inak povedané, rôzne typy tematických máp možno „nakladať“ na seba len vtedy, ak boli odvodené podľa jednotného zobrazovacieho princípu.

V praxi sa naopak stretávame s veľkou pestrosťou typov máp a zobrazení reálnych objektov v rovine $\{X, Y\}$ (displej, letecké snímky, družicové snímky). Na našich pracoviskách sa používajú najmä topografické mapy v Gauss-Krügerovom zobrazení a základné mapy systému JTSK v Křovákovom zobrazení. Zjednotenie polohových údajov, získaných z týchto podkladov, je možné len v jednotnom súradnicovom systéme — jednotnej kartografickej báze geografického informačného systému.

Jednotná kartografická báza geoinformačného systému by mala z hľadiska deformačných vlastností spĺňať požiadavku ekvivalentnosti, t. j., aby rovnako veľké plošné elementy, vymedzené napr. štvorcovou sieťou v rovine $\{X, Y\}$ jednotnej kartografickej bázy zobrazi rovnako veľké plošné elementy na reálnej ploche, a mali teda rovnakú informačnú hodnotu. Táto požiadavka je dôležitá najmä pri spracovaní a zjednocovaní údajov s plošnou územnou platnosťou. Z toho istého dôvodu nie je výhodné voliť jednotnú kartografickú bázu v systéme

me (S, φ, λ) , nakoľko elementy plochy vymedzené sieťou rovnobežiek a poludníkov s konštatným krokom $\Delta\varphi$, nemajú rovnakú plochu. Manipulácia so sieťami v rovine (X, Y) je taktiež výpočtovo menej náročná.

Z uvedených dôvodov je výhodnejšie uvažovať jednotnú kartografickú bázu geografického informačného systému v rovine (X, Y) , ktorej deformačné vlastnosti vyplývajú z týchto podmienok:

- z veľkosti záujmového územia informačného systému,
- z požiadavky ekvivalentnosti,
- zo stanovenej najvyššej rozlišovacej úrovne (mierky) komplexnej údajovej základne geografického informačného systému.

Podmienkou zabezpečenia územného prístupu k údajom, polohovo lokalizovaným v jednotnej kartografickej báze (O, X, Y) , je rozdelenie týchto záujmového priestoru na rovnako veľké elementy plochy. Vymedzenie týchto elementov zabezpečuje zvolená geometrická sieť — štvorcová, trojuholníková, šesťuholníková a iné. Táto sieť sa nazýva jednotná kartografická sieť — JKS. Najčastejšie sa v praxi používa sieť štvorcová. Táto sieť nemusí byť symetrická so súradnicovou sieťou jednotnej kartografickej bázy geografického informačného systému, ale môže byť vhodne posunutá a pootočená tak, aby optimálne pokrývala záujmové územie geoinformačného systému.

Veľkosť štvorcov jednotnej kartografickej siete je podmienená rozlišovacou úrovňou jednotnej kartografickej bázy. Vzhľadom na to, že platia rôzne kritériá reprezentatívnosti pre rôzne typy údajov, je potrebné, aby jednotná kartografická sieť mala hierarchickú štruktúru. Teda, ak je najvyššia rozlišovacia úroveň jednotnej kartografickej siete (JKS) 1×1 km, potom hierarchická štruktúra 2^n určuje priebeh integrálnych hraníc sietí $1 \times 1, 2 \times 2, 4 \times 4, 8 \times 8, 16 \times 16 \dots$ km, ktoré do seba hierarchicky zapadajú.

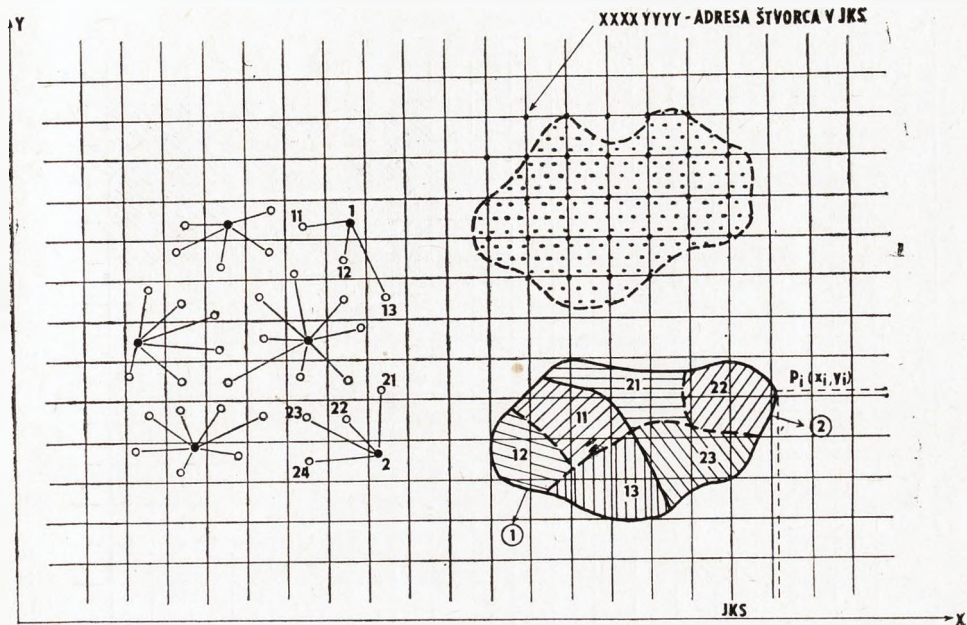
Priestorová organizácia dát — rastrový a vektorový formát

Polohová lokalizácia údajov o prvkoch geografickej sféry s bodovou i plošnou územnou platnosťou môže v zmysle uvedeného reprezentovaná v dvoch formách — rastrovej a vektorovej.

Vektorová forma údajov pozostáva z bodov, polohovo lokalizovaných súradnicami x, y v jednotnej kartografickej báze (O, X, Y) geografického informačného systému. Najjednoduchšia dátová položka v priestorovej báze dát v tomto formáte je bod sám. Body možno kombinovať viacerými spôsobmi. Postupnosť bodov môže definovať líniu. Ak je línia uzatvorená, určuje táto postupnosť bodov plošný útvar — polygón. K bodom, líniam a polygónom sa viažu špecifické typy údajov (obr. 1, 2).

Rastrová forma údajov pozostáva zo systému dvorcov — pixlov, ktoré pokrývajú záujmový priestor geografického informačného systému. Tieto dvorce — pixle sú v jednotnej kartografickej báze (O, X, Y) vymedzené jednotnou kartografickou sieťou (v prípade jemnejšej priestorovej štruktúry, ako je najvyššia rozlišovacia úroveň JKS, sú do nej vpísané). Polohová lokalizácia dát v rastrovom formáte je špecifikovaná súradnicami x, y určitého vzťažného bodu — pixla, ku ktorému sa údaj vzťahuje. Plochy sú v rastrovom formáte reprezentované postupnosťou pixlov, ktoré ich optimálne pokrývajú.

Údaje o geografickej sfére sa získavajú z rôznych zdrojov, z čoho vyplýva aj rôznorodosť formátov a informačnej hodnoty východiskových dát. V období,



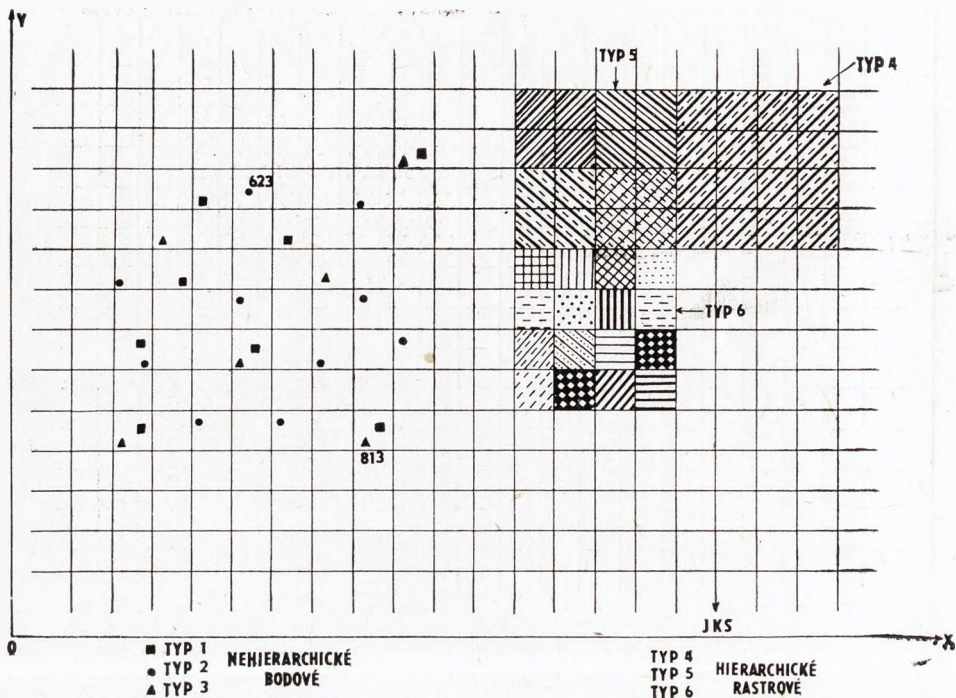
Obr. 1. Ukážka reprezentácie rôznych typov dát s bodovou i plošnou územnou platnosťou v rastrovom i vektorovom formáte v báze dát s hierarchickou identifikáciou zdrojov merania údajov.

keď väčšina údajov pre bázu dát bola získavaná digitalizáciou bodov, mala báza dát geografických informačných systémov prevažne vektorový formát. Uplatnením metód DPZ (diaľkového prieskumu Zeme) pri získavaní údajov o prvkoch geografickej sféry sa v praxi presadil rastrový formát údajov [14, 16]. Nevýhodou rastrového formátu je značný pokles polohovej presnosti dát. V dôsledku toho sa v súčasnosti presadzuje v zmysle formátov priestorových dát integrovaná báza dát, obsahujúca údaje v rastrovom i vektorovom formáte. Je potrebné, aby údaje s bodovou i plošnou územnou platnosťou boli reprezentované v báze dát v takom formáte (rastrovom alebo vektorovom), ktorý zabezpečuje optimálnu priestorovú organizáciu dát a súčasne dostatočnú polohovú presnosť a teda aj informačnú kvalitu údajov.

Z uvedeného zároveň vyplýva, že vyjadrenie priestorovej organizácie údajov v rastrovom i vektorovom formáte uvažujeme v súvislosti s polohovou lokalizáciou údajov v jednotnej kartografickej báze pomocou súradníc x , y bodov (vektorový formát), alebo pomocou jednotnej kartografickej siete (rastrový formát).

Identifikácia dát

Všetky údaje o prvkoch geografickej sféry je potrebné identifikovať z hľadiska typovej príslušnosti a príslušnosti údajov k zdrojom merania.



Obr. 2. Ukážka nehierarchickej identifikácie bodov ako zdrojov merania a hierarchickej identifikácie plošných dát v rastrovom formáte.

Pod typovou príslušnosťou označujeme skupinu údajov, ktoré spolu súvisia svojou informačnou hodnotou. Pri identifikácii typov údajov o geografickej sfére vyčleňujeme triedy typov údajov, napr. údaje o atmosfére, hydrosfére, ..., podľa ich vzťahu k špecifikácii základných komponentov geografickej sféry. V rámci tried typov rozlišujeme typové špecifikácie, napr. litologické vlastnosti hornín, geomorfologické regióny atď.

Príslušnosť údajov k zdrojom merania sa vyjadruje identifikátorom tohto zdroja. Identifikátor zdroja merania je vo forme znakového alebo numerického reťazca, ktorý špecifikuje označenie bodu alebo plochy, ku ktorej sa údaje príslušného typu vzťahujú. Bodový charakter majú rôzne meracie stanice, sídla, sondy, vrty, expedičné merania atď. Plošný charakter majú územné celky, napr. povodia, orografické alebo geologické regióny a administratívne celky rôznych kategórií.

Identifikátory zdrojov merania údajov bodových, líniových alebo plošných môžu mať rôznu vnútornú štruktúru. Rozlišujeme dve základné formy identifikácie podľa zdrojov merania — identifikáciu s hierarchickou a nehierarchickou štruktúrou identifikátorov (obr. 1, 2). Identifikátory s hierarchickou štruktúrou sa používajú na označovanie rôznych meracích staníc, napr. klimatologických, ale aj na označovanie územných celkov, napr. orografických, geologických a iných. Identifikátory s hierarchickou štruktúrou sa používajú najmä

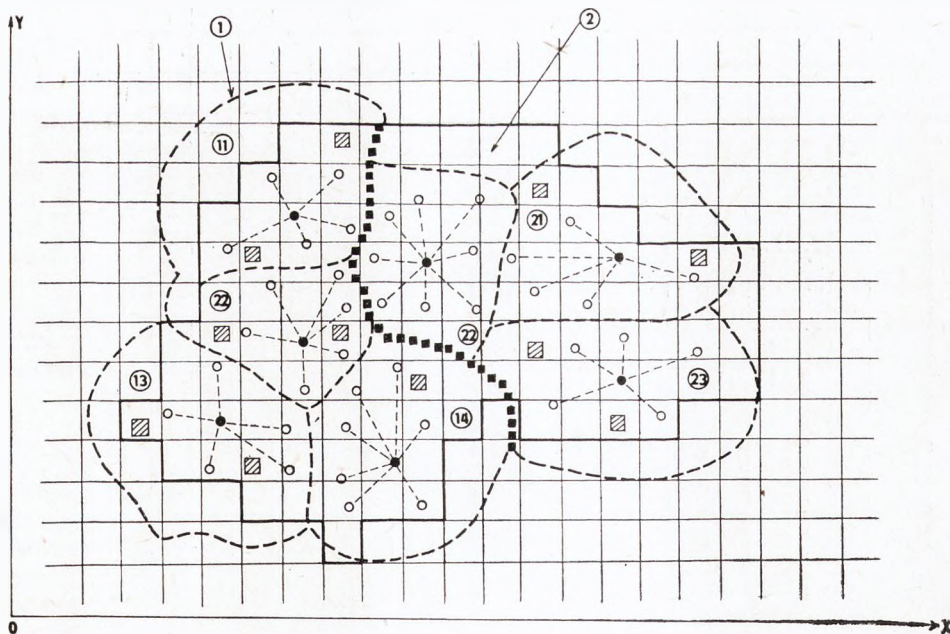
pri označovaní administratívnych a hydrologických celkov. Hierarchická štruktúra identifikátorov môže byť vyjadrená vo forme množín, sietí alebo reťazcov. Ak sú údaje v báze dát reprezentované v rastrovom formáte, potom ich identifikácia je vyjadrená identifikátorom štvorca JKS, ku ktorému sa údaje vzťahujú. Identifikácia štvorcov JKS je hierarchická, ako vo vzťahu k rôznym typom údajov znázorňuje obr. 2.

Kombinovanie údajov

Odvodenie priestorových informácií o krajine sa uskutočňuje prostredníctvom rôznych modelov. Východiskom pre ich uplatnenie sú buď čiastkové údaje o jednotlivých prvkoch geografickej sféry, alebo sa pri štúdiu interakcií požaduje kombinovanie viacerých typov údajov. Základnou požiadavkou pre všetky úlohy, ktoré sa realizujú prostriedkami geografického informačného systému, je výber údajov za rôzne horizontálne územné celky.

Územný prístup v báze dát sa uskutočňuje na báze JKS. Body, línie alebo plochy, ku ktorým sa vzťahujú rôzne typy údajov, môžu byť reprezentované v báze dát rastrovo alebo vektorovo. Pretože je možné uskutočniť transformáciu vektorového formátu do rastrového, ľubovoľný bod, vo vektorovom formáte polohovo určený súradnicami x, y možno rastrovo vyjadriť pomocou odvodenia polohy [adresy] štvorca JKS, v ktorom tento bod leží.

Jednotná kartografická sieť takto umožňuje realizovať prístup k rôznym

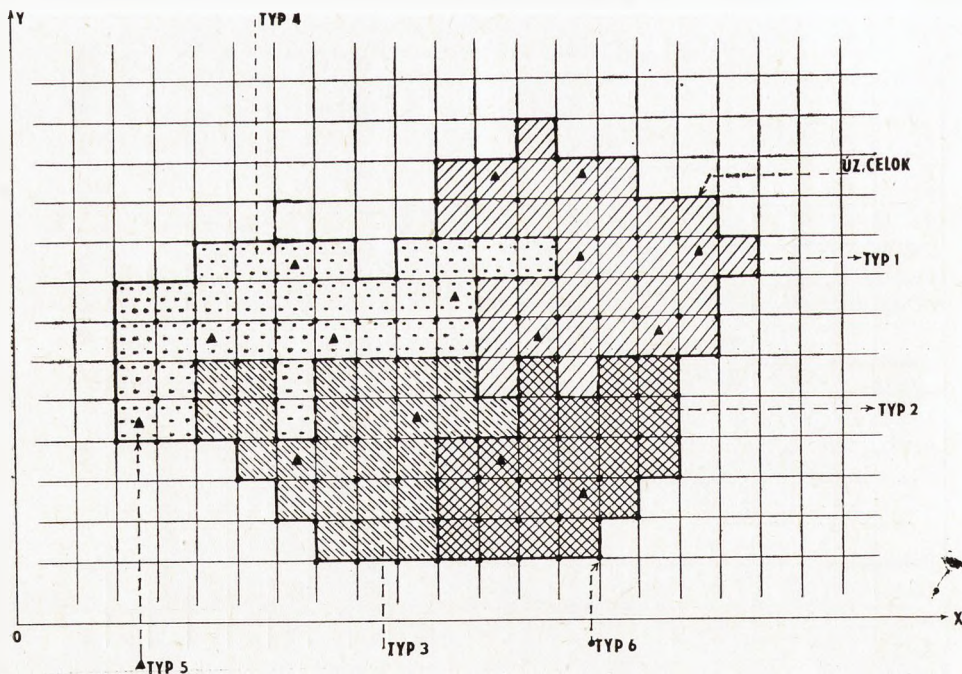


Obr. 3. Kombinovaný výber údajov prevažne vektorového formátu s bodovou i plošnou územnou platnosťou za zvolený územný celok.

typom údajov (ktoré sa vzťahujú k bodom, líniám alebo plochám, reprezentovaným v báze dát rastrovým alebo vektorovým formátom) po štvorcoch JKS, ktoré pokrývajú územie, za ktoré sa požaduje výber dát z bázy dát. Niektoré možnosti kombinovania údajov znázorňuje obr. 3 a 4.

Na obr. 3 sa požaduje za ohraničený územný celok výber údajových typov s územnou platnosťou bodovou a hierarchickou identifikáciou zdrojov merania údajov. Zároveň požadujeme výber údajových typov s bodovou územnou platnosťou, ale s identifikáciou bez hierarchickej štruktúry identifikátorov. Za územný celok zároveň považujeme údajové typy s plošnou územnou platnosťou, reprezentované vo vektorovom formáte a s hierarchickou identifikáciou týchto plôch. Uvedená priestorová štruktúra typov údajov je charakteristická pre úlohy v oblasti socioekonomicko-geografických disciplín.

Ďalšia možnosť kombinovania údajov je znázornená na obr. 4. Územný celok je opäť definovaný rastrovo na báze JKS. K spracovaniu sa požadujú údajové typy s plošnou územnou platnosťou, reprezentované v rastrovom formáte. Identifikácia územných celkov, ku ktorým sa tieto údajové typy vzťahujú, je hierarchická. Súčasne sa požaduje výber údajov s bodovou územnou platnosťou v rastrovom formáte (uzlové body štvorcovej siete). Identifikácia rastrových údajov je hierarchická. Pre spracovanie sa ďalej požadujú údajové typy s bodovou územnou platnosťou a nehierarchickou identifikáciou. Uvedený spôsob kombinácie údajov je obvyklý v oblasti fyzickogeografických disciplín.



Obr. 4. Kombinovaný výber údajov prevažne rastrového formátu s bodovou i plošnou územnou platnosťou za zvolený územný celok.

Je zrejmé, že pre niektoré typy úloh je potrebné uskutočniť kombinovanie údajov fyzickogeografických i socioekonomicko-geografických prvkov, čo sa realizuje na tom istom princípe, ako je uvedené na týchto príkadoch.

ZBER A PRVOTNÉ SPRACOVANIE DÁT V SUBSYSTÉME S_{ZP}

Opis prvotných dát

Prvotné dáta geografického informačného systému pochádzajú z rôznych zdrojov, najmä z tematických máp, videozáznamov, leteckých i družicových snímkov, ale aj z už existujúcich informačných systémov. Preto sú údaje na tejto úrovni informačného systému rôznorodé z hľadiska formy, polohového priradenia, územnej platnosti, formátu a informačnej hodnoty.

Z hľadiska formy sa dáta rozlišujú na analógové alebo digitálne. Analógové sú všetky údaje o prvkoch geografickej sféry interpretované v tematických mapách, na družicových alebo leteckých snímkach. V digitálnej forme bývajú údaje prevzaté z iných informačných systémov. Ďalej sú to rôzne diskkrétne bodové polia, charakterizujúce prvky geografickej sféry v rastrovom alebo vektorovom formáte pomocou kvantitatívnych alebo kvalitatívnych veličín s bodovou alebo plošnou územnou platnosťou. Automatizované spracovanie údajov v rámci informačného systému vyžaduje jednotnú formu údajov.

Rôznorodosť údajov z hľadiska polohového priradenia je vyjadrená explicitne — polohovou lokalizáciou dát v určitom súradnicovom systéme, alebo implicitne podľa identifikátorov zdrojov merania, ktorých polohová lokalizácia nie je uvedená, ale dá sa určiť z dostupných zdrojov (topografické mapy, základné mapy atď.).

Na úrovni zberu a prvotného spracovania dát je veľmi rozdielna reprezentatívnosť prvotných dát. Pod reprezentatívnosťou údajov rozumieme informačnú hodnotu údajov vo vzťahu k stanovenej najvyššej rozlišovacej schopnosti údajovej základne geografického informačného systému. Vzhľadom na to, že dáta sú získavané zo zdrojov, ktoré na rôznej úrovni podrobnosti charakterizujú prvky geografickej sféry, je aj ich informačná hodnota rôzna. Niektoré zdroje merania poskytujú dáta s nadbytočnou „hustotou“, iné zasa nedostatočne vo vzťahu k mierke komplexnej údajovej základne. Preto je potrebné stanoviť kritériá reprezentatívnosti. Pre jednotlivé typy údajov to znamená stanovenie optimálnej hustoty rastra (rastrový formát), alebo kroku digitalizácie (vektorový formát) pri zbere prvotných dát.

Transformácie dát na úrovni subsystému S_{ZP}

Cieľom spracovania dát na úrovni subsystému S_{ZP} je príprava reprezentatívnych súborov jednotlivých typov dát v digitálnej forme a ich transformácia do dátových štruktúr podľa požiadaviek bázy dát s jednotnou polohovou lokalizáciou v jednotnej kartografickej báze geografického informačného systému.

Z uvedeného vyplýva, že dáta musia byť:

- reprezentatívne z hľadiska najvyššej rozlišovacej úrovne údajovej základne,
- polohovo priradené v jednotnej kartografickej báze informačného systému,

— usporiadané do súborov, logicky i fyzicky kompatibilných s bázou dát informačného systému.

Na dosiahnutie tejto jednoty údajov je potrebné vytvoriť v rámci subsystému S_{ZP} zodpovedajúci metodický, algoritmický i programovo-technický aparát.

Digitalizácia dát

Pri digitalizácii sa uplatňujú dva prístupy, a to:

— celoplošná digitalizácia obrazu, pričom sa obraz rozdelí na elementárne plochy, špecifikované fotometrickou charakteristikou; prístup sa uplatňuje pri digitalizácii leteckých alebo družicových snímok; metodika digitalizácie je daná technickým zariadením,

— digitalizácia vybraných prvkov obrazu, napr. výškopisu z tematických máp; digitalizácia sa uskutočňuje skenerovaním mapových podkladov alebo odsúvaním súradníc vybraných bodov v rovine mapy. Pri skenerovaní je metodika digitalizácie tiež stanovená technickým zariadením. Pri odsúvaní súradníc je potrebné metodiku digitalizácie stanoviť. Táto metodika pozostáva:

— z určenia systému kódovania digitalizovaných bodových líniových alebo plošných prvkov mapy,

— z návodu na kartometrickú prípravu podkladov,

— z vypracovania algoritmov a programov na formálnu a logickú kontrolu digitalizovaných údajov,

— z vypracovania algoritmov a programov na zjednotenie bodových, líniových a plošných prvkov mapy v rozsahu celého územia z východiskových segmentov (mapových listov) digitalizovaných podkladov. Digitalizácia metódou odsúvania súradníc bodov je náročná metodicky, časovo i finančne, a preto je potrebné uvážiť jej efektívnosť.

Polohové zjednotenie údajov v jednotnej kartografickej báze geografického informačného systému zabezpečujú algoritmy a programy na transformáciu súradníc medzi rôznymi rovinnými systémami. Na základe stanovených kritérií reprezentatívnosti sa realizujú algoritmy a programy na generalizáciu, resp. zahustenie digitalizovaných údajov. Poslednou transformáciou na úrovni prvotného spracovania je uloženie údajov do súborov s požadovanou logickou i fyzickou štruktúrou.

BANKA DÁT GEOGRAFICKÉHO INFORMAČNÉHO SYSTÉMU — SUBSYSTÉMU S_{DB}

Veľká typová i druhová rozmanitosť údajov o geografickej sfére, ale aj množstvo a rozmanitosť funkcií, ktoré má geografický informačný systém plniť, sú dôvodom pre uplatnenie princípu banky dát pri zabezpečení formálneho i logického zjednotenia údajov v jeho komplexnej údajovej základni. Banka dát je funkčnou časťou geografického informačného systému.

Banka dát predstavuje jednotu dátovej základne a programovo technického aparátu na prácu s dátami. Dátová základňa banky dát je *báza dát* a programovo-technický aparát na prácu s dátami je *systém riadenia bázy dát* — SRBD. Prvkami bázy dát sú logické súbory dát, uložené na vhodných počítačových médiách, ktoré majú byť organizované tak, aby umožňovali prístup k údajom

z hľadiska požadovaných aplikačných úloh. SRBD zabezpečuje realizáciu logických väzieb medzi prvkami bázy dát.

Samotné uplatnenie systému banky dát nedáva záruku, že systém bude vyhovovať plneniu požadovaných funkcií. Tieto atribúty môže mať len banka dát, ktorej báza dát postihuje jednotlivé prvky dát a vzťahy medzi nimi v súlade s predmetom a funkciami geografického informačného systému [2].

Báza dát

Dátovú základňu banky dát charakterizujeme ako systém. Na základe špecifikácie jeho prvkov a vzťahov medzi nimi určujeme model dát. Vychádzame z logických súborov dát ako jeho prvkov. Logické súbory dát sú odvodené na základe kategorizácie dát. Pri kategorizácii vychádzame z vonkajších vlastností údajov, tak ako sme ich už charakterizovali. Rozlišujeme nasledujúce kategórie dát:

- typy dát,
- druhy dát,
- časová príslušnosť dát,
- identifikácia dát,
- územná príslušnosť dát.

Typy dát označujú skupinu veličín, ktoré svojou informačnou hodnotou alebo spôsobom získania logicky súvisia. Pri klasifikácii typov vychádzame z rozdelenia údajov na fyzicko-geografické a socioekonomicko-geografické. V rámci nich vyčleňujeme triedy typov — údaje o litosfére, atmosfére, hydrosfére, biosfére, pedosfére, obyvateľstve a sídlach, priemysle, poľnohospodárstve, cestovnom ruchu a iné. Podrobné špecifikácie typov, ako boli uvedené vyššie, označujú potom názvy jednotlivých typov údajových viet v báze dát.

V rámci kategórie *druhu* rozlišujeme údaje bodové, plošné, líniové a podporné. Prvé tri druhy boli špecifikované vyššie vo vzťahu k rastrovej a vektorovej reprezentácii v báze dát. Podporné údaje sa využívajú vo vzťahu k identifikácii údajov. Predstavujú rôzne tabuľky, zoznamy alebo číselníky.

Podľa časovej príslušnosti sa rozdeľujú údaje na okamžikové, intervalové a časovo nezávislé. Časová príslušnosť údajov by mala byť vyjadrená špeciálnym spôsobom kódovania, aby bolo možné pristupovať k údajom vo vzostupnom i zostupnom poradí termínov ich platnosti.

Identifikácia dát vyjadruje príslušnosť údajov k zdroju merania dát, môže byť vyjadrená identifikátormi s hierarchickou i nehierarchickou štruktúrou.

Územná príslušnosť údajových viet vyjadruje polohovú lokalizáciu údajov. Táto môže byť jednotná, ak všetky typy údajov sú polohovo lokalizované v jednotnom kartografickom systéme, alebo nejednotná, aj sú údaje polohovo lokalizované v lokálnych súradnicových systémoch. Je potrebné zdôrazniť, že priestorová báza dát geografického informačného systému musí umožňovať výber rôznych typov údajov s rôznou územnou i časovou platnosťou za ľubovoľné územné celky. Tieto funkcie môže operatívne plniť báza dát len vtedy, ak sú dáta jednotne polohovo lokalizované. Teda logické väzby medzi jednotlivými súbormi údajov v báze dát možno operatívne realizovať na základe jednotnej polohovej lokalizácie dát, reprezentovanej v rastrovom i vektorovom formáte (integrovaná báza dát).

Aplikačné úlohy, ktoré majú byť realizované prostriedkami geografického informačného systému vyžadujú rôzne spôsoby výberu údajov z bázy dát. Na základe opísaných vlastností dát i aplikačných úloh možno dostatočne definovať prístupové cesty k dátam v báze dát. Základné prístupové cesty k údajom budú zabezpečovať výber údajov:

- po jednotlivých termínoch,
- za určitý časový interval,
- podľa príslušnosti k typom,
- podľa príslušnosti k zdrojom (podľa identifikácie),
- podľa príslušnosti k územnému celku.

Báza dát geografického informačného systému musí však zabezpečovať zároveň kombinované spôsoby prístupu k údajom. Najdôležitejšie sú výbery údajov:

- špecifického typu zo všetkých zdrojov merania, za všetky termíny, určitý termín alebo časový interval,
- špecifikovaného typu z určitej hierarchickej úrovne zdrojov merania za všetky termíny, určitý termín, alebo časový interval,
- špecifikovaného typu z určitého (jedného) zdroja merania za všetky termíny, určitý termín alebo časový interval,
- všetkých typov z určitej hierarchickej úrovne zdrojov merania za všetky termíny, jeden termín, časový interval,
- všetkých typov z určitého zdroja merania za všetky termíny, určitý termín alebo časový interval,
- špecifikovaného typu z určitého územného celku za všetky termíny, určitý termín, časový interval atď.

Ďalšie možnosti by malo poskytovať využitie informačného obsahu jedného typu údajovej vety pri výbere údajov iného typu, napr. ak na základe príslušného identifikátora zdroja merania vyberieme údaje určitého typu za špecifický územný celok, napr. okres, povodie alebo pohorie, bude ich možné využiť pri výbere iných typov údajových viet, ktoré sa k tomuto územnému celku vzťahujú. To však bude operatívne možné len vtedy, ak údaje o uvažovanom celku budú polohovo lokalizované v jednotnom súradnicovom systéme a v rastrovom formáte na báze JKS. V inom prípade by bolo potrebné využiť transformačné procedúry, ktorých využitie môže byť zdĺhavé a neoperatívne.

Prístupové cesty k údajom predstavujú sieť logických väzieb medzi logickými súbormi dát definovaných podľa princípov kategorizácie dát. Logická štruktúra dát je takto určená prvkami — logickými súbormi údajov a väzbami — prístupovými cestami k týmto súborom. Takto určený model dát vychádza z vonkajších vlastností predmetu geografického informačného systému, ako aj funkcií, ktoré má plniť.

Systém riadenia bázy dát

Programové prostriedky na definíciu dát a logických väzieb medzi nimi, ako aj programové prostriedky na prácu s údajmi v báze dát v dávkovom i interaktívnom režime predstavujú komponenty systému riadenia bázy dát. Výber vhodného SRBD je podmienený prostriedkami výpočtovej techniky, na ktorej sa má

prevádzkovať banka dát. V našich podmienkach sa používajú štandardné systémy riadenia bázy dát — SOFIS, DBS—25, IDMS — pre počítače typu JSEP 1 a JSEP 2. Na počítačoch typu SMEP sú to systémy DIAM—8, DATATRIEVE, MDBS a DABASYS. Ich podrobný prehľad podávajú práce [6, 15].

Vzhľadom na súčasné trendy vo vývoji osobnej výpočtovej techniky sa uvažuje s jej využitím pri komunikácii s centrálnou bankou dát geografického informačného systému, ale aj pri realizácii operatívnych subbáz na jednotlivých užívateľských pracoviskách, komunikujúcich s centrálnou bázou dát. V dôsledku tohto trendu sa objavujú nové systémy riadenia bázy dát pre osobné počítače. Ich implementácia a využitie v nadväznosti na centrálnu bázu dát nachádzajú v súčasnosti významné uplatnenie. Pre počítače typu IBM PC—XT, PC—AT je k dispozícii systém riadenia bázy dát dBASE — III. Vnútorne riešenie SRBD pre malé počítače je značne zjednodušené, ale prostriedky na ochranu dát sú pre rozsiahlejšie bázy dát nedostatočné.

APLIKAČNÝ SOFTWARE GEOGRAFICKÉHO INFORMAČNÉHO SYSTÉMU — SUBSYSTÉMU S_{AP}

Táto úroveň geografického informačného systému zabezpečuje odvodenie polohových informácií o krajine na riadiace i rozhodovacie účely, ako aj pre základný a aplikovaný výskum. Aplikačné úlohy, ktoré zabezpečujú tieto funkcie, možno z najširšieho hľadiska uvažovať v troch rovinách, ktoré tvoria:

- spracovanie čiastkových typov údajov,
- komplexné spracovanie (kombinovanie) údajov,
- kartografická interpretácia odvodených informácií.

Do prvej skupiny možno zaradiť nasledujúce úlohy: modelovanie všeobecných plôch nad počtom bodov (x, y) so všeobecnou veličinou z s odvodením morfometrických parametrov tejto plochy; odvodenie izočiarových polí všeobecnej veličiny z , ako aj izočiarových polí jednotlivých morfometrických parametrov plochy; určenie uhla a intenzity oslnenia reliéfu atď.

Kombinovanie rôznych typov údajov je požadované v úlohách komplexného charakteru, ku ktorým patria projektové úlohy, ekologické analýzy, modelovanie vzťahov medzi komponentmi geografickej sféry a ich priestorová analýza.

Do tretej skupiny úloh patria aplikačné úlohy zamerané na automatizovanú tvorbu máp — areálových, izočiarových a perspektívnych pohľadov s výstupom na kresliace alebo interaktívne grafické zariadenia. Do tejto skupiny úloh patrí aj tvorba kartogramov, histogramov a iných názorných interpretácií údajov z bázy dát geografického informačného systému.

Realizáciu týchto úloh v rámci subsystému S_{AP} uskutočňujú automatizované systémy. Pod automatizovaným systémom sa rozumie komplex programov a procedúr, ktorými na základe údajov z bázy dát odvodila požadované informácie o území. Automatizované systémy majú mať modulárnu štruktúru. Jednotlivé aplikačné úlohy sa realizujú vybranou skupinou modulov. Automatizované systémy neobsahujú údaje, obsahujú len vstupno-výstupné moduly, pomocou ktorých sa vyberajú údaje z bázy dát a tieto sa transformujú do požadovaných dátových štruktúr. Ďalej obsahujú moduly, ktoré zabezpečujú spracovanie týchto údajov a odvodenie nových informácií, ako aj moduly, v ktorých sa získané informácie transformujú do výstupných súborov. Aplikačný software je takto nezávislý od banky dát geografického informačného systému.

Predstavuje metodický aparát na modelovanie krajinného reliéfu z diskrétno-výškového bodového poľa alebo modelovanie všeobecných plôch nad poľom bodov (x, y) so všeobecnou veličinou z , ktorá môže predstavovať rôzne priestorové charakteristiky prvkov geografickej sféry. Metóda umožňuje vyjadrenie vlastností tejto plochy pomocou morfometrických charakteristík, umožňuje vyjadriť priestorovú diferenciáciu týchto charakteristík formou izočiari, areálov a perspektívnym priestorovým zobrazením. Význam metódy v rámci geografického informačného systému je dvojaký. Umožňuje odvodiť údajovú základňu o reliéfe, ktorá obsahuje okrem hodnôt nadmorských výšok aj hodnoty odvodených morfometrických parametrov — sklonu reliéfu v smere spádovej krivky, orientácie reliéfu voči svetovým stranám, horizontálnej i normálovej krivosti reliéfu a geometrických foriem reliéfu, ale aj charakteristiky úplnej časovej a uhlovej dynamiky oslnenia reliéfu. Týmto sú vytvorené predpoklady na štúdium vplyvu reliéfu na priestorovú diferenciáciu procesov prebiehajúcich v geografickej sfére. Modelovanie reliéfu, resp. všeobecnej plochy vychádza z pravidelného alebo nepravidelného diskrétno-bodového poľa, ku ktorému možno priradiť

rôzne prvky údajového vektora \vec{Q} , opísaného v práci [8], čo umožňuje študovať jednak vertikálne vzťahy — modelovať väzby medzi prvkami krajiny v jednotlivých bodoch, ale aj horizontálne vzťahy na hranách rôznych sietí, definovaných na východiskovom diskrétnom bodovom poli. Takto možno zovšeobecniť metódu komplexného digitálneho modelu reliéfu na modelovanie všeobecných priestorových štruktúr. Komplexný digitálny model priestorovej štruktúry je teda zovšeobecnením komplexného digitálneho modelu reliéfu.

TECHNICKÉ ZABEZPEČENIE GEOGRAFICKÉHO INFORMAČNÉHO SYSTÉMU

Existencia funkčného geografického informačného systému je podmienená dostatočným technickým zabezpečením jeho jednotlivých úrovní — úrovne zberu a prvotného spracovania, úrovne zjednotenia údajov v banke dát, úrovne aplikačných programov a tvorby realizačných výstupov.

Nie je zväčša možné, ale ani nie je podmienkou, aby technické vybavenie jednotlivých úrovní vytváralo jednotnú technologickú linku.

Technické zabezpečenie zberu a prvotného spracovania údajov predstavujú najmä zariadenia na digitalizáciu údajov, ktoré pracujú na princípe skenerovania alebo odsúvania súradníc bodov. Súčasťou technického vybavenia subsystému S_{ZP} môžu byť rôzne automatizované meracie stanice, ktoré zaznamenávajú výsledky merania veličín v určitých časových intervaloch v digitálnej forme na počítačové médiá, najmä magnetické pásky. Zber údajov zabezpečujú tiež rádiolokačné a telekomunikačné systémy, ktoré sa uplatňujú pri zbere údajov z DPZ. Telekomunikačné systémy zabezpečujú tiež prepojenie výpočtových systémov v rámci počítačových sietí, ktoré umožňujú prenos údajov medzi rôznymi databankovými systémami. Výpočtová technika na úrovni zberu a prvotného spracovania sa uplatňuje pri logickej a formálnej kontrole údajov, ako aj pri vykonávaní uvedených transformácií údajov. Dôležitou podmienkou

je, aby výpočtový systém umožňoval prácu s externými médiami, najmä magnetickými páskami a diskmi. Na tejto úrovni sa z hľadiska výpočtovej zložitosti nerealizujú veľmi náročné výpočtové práce, a preto sa nekladú špeciálne požiadavky na operačnú pamäť a rýchlosť operácií výpočtového systému.

Iné sú požiadavky technického zabezpečenia druhej úrovne — banky dát. Banka dát geografického informačného systému, ktorého predmetom je rozsiahly územný celok, vyžaduje výkonnú výpočtovú techniku s dostatočným vybavením externými médiami, najmä s priamym prístupom, ale aj s dostatočnou kapacitou operačnej pamäti. Toto podmieňuje požiadavka implementácie systému radenia bázy dát, ale aj systémové zabezpečenie interaktívnej práce s bázou dát.

Aplikačné programy, ktoré zabezpečujú funkciu tretej úrovne geografického informačného systému, nemusia byť prevádzkované na tom istom výpočtovom systéme ako banka dát. Výpočtová technika tejto úrovne by mala umožňovať realizáciu zložitých modelov v reálnom čase, a preto by mala mať dostatočné dispozície operačnej pamäti, ako aj rýchlosť výpočtových operácií. Podmienkou efektívneho využitia banky dát na tejto úrovni je možnosť interaktívnej i dávkovej práce s bázou dát, ktorá je technicky podmienená vytvorením terminálovej siete. Jednou z hlavných funkcií geografického informačného systému je automatizovaná tvorba kartografických výstupov v rôznych formách (zobrazenie na grafických displejoch, na kresliacich zariadeniach alebo v digitálnej forme). Súčasťou technického vybavenia tejto úrovne by preto mali byť aj interaktívne a kresliace grafické systémy. V súčasnosti aj osobná výpočtová technika umožňuje grafickú interpretáciu realizačných výstupov aplikačných programov na grafických displejoch alebo kresliacich výstupných zariadeniach — plotteroch. Významné uplatnenie na tejto úrovni však majú špecializované grafické systémy, napr. COMTAL, PERICOLOR, GRADIS, CORAGRAPH, DIGIGRAPH, ktoré majú špeciálne softwarové vybavenie, zamerané na kartografickú interpretáciu dát. Tieto zariadenia majú zároveň významné uplatnenie pri zbere a prvotnom spracovaní dát.

ORGANIZAČNÉ ZABEZPEČENIE FUKČNOSTI GEOGRAFICKÉHO INFORMAČNÉHO SYSTÉMU

Vzhľadom na šírku problematiky a rôznu úroveň technickej vybavenosti pracovísk, kde sa vytvára geografický informačný systém, zameriavame sa na problematiku organizačného zabezpečenia databankového systému ako funkčnej zložky. Dôvodom je skutočnosť, že bez zabezpečenia kvality údajov a spoľahlivosti programovo-technického aparátu banky dát — systému riadenia bázy dát, nemôže geografický informačný systém plniť svoje funkcie.

Na organizačnom zabezpečení databankového systému sa podieľajú tri zložky:

- gestori dát,
- správa bázy dát,
- spotrebiteľia dát.

Ich funkcie sú prehľadne vymedzené v práci [6].

Všetky dáta, ktoré vstupujú do bázy dát, sa musia koordinovať a kontrolovať, aby sa zabezpečila ich vecná a obsahová integrita. Túto úlohu plní gestor

dát, ktorý musí mať potrebné vedomosti o vecnej stránke problematiky a ovláda pravidlá, akou formou a kedy dáta do bázy dát vstupujú. Gestormi dát by mali byť vybraní pracovníci, ktorí zodpovedajú za kvalitu a štruktúru údajov pri ukladaní do bázy dát. Gestori dát spolupracujú so správou bázy dát.

Správa bázy dát plní niekoľko funkcií. Definuje a implementuje model dát, navrhuje a realizuje základné programové vybavenie databankového systému (aplikačná funkcia), vykonáva prevádzku systému riadenia bázy dát (systémová funkcia) a vytvára prostriedky na rutinnú prevádzku banky dát, riešenie havarijných situácií, zabezpečenie reštrukturalizácie databankových súborov (prevádzková funkcia).

Spotrebiteľia dát používajú údaje a prostriedky banky dát geografického informačného systému za účelom realizácie aplikačných úloh. Banku dát využívajú buď prostredníctvom hotových interaktívnych produktov informačného charakteru, alebo prostredníctvom aplikačných programov, ktoré si vypracujú. Využitie banky dát, ako aj aplikačných programov, ktoré interagujú s bázou dát, pre menej skúsených pracovníkov v oblasti programovania a informatiky podmieňuje kvalitný užívateľský interface. Jeho vytvorenie podmieňuje využitie prostriedkov geografického informačného systému pre široký okruh používateľov z okruhu riadiacich a výskumných pracovníkov.

ZÁVER

Koncepcia geografického informačného systému, uvedená v príspevku, umožňuje spracovanie, hodnotenie a vydávanie informácií a poskytuje prostriedok na získavanie nových poznatkov o priestorovo-časových geografických javoch. Spĺňa teda všetky požiadavky v zmysle práce [17], ktoré sú v súčasnosti kladené na geografické informačné systémy. Zároveň je potrebné zdôrazniť, že priestorová báza dát predstavovaného geografického informačného systému rieši otázky územno-časovej usporiadanosti informácií, čo je dôležitý nielen z hľadiska unifikácie zberu údajov, ale aj z hľadiska zisťovania optimálnej zhody s parametrami skúmaných systémov, ako požaduje práca [17].

LITERATÚRA

1. EARSEI: Review of Integrated Geoinformation Systems. Report to the European Agency by Working Group 13. 1985. — 2. FUCHS, T.: Banka dát geoinformačného systému. Úvodný projekt výskumnej úlohy. Geografický ústav SAV, Bratislava 1989. — 3. ISAKSSON, L., JACKSON, M. J.: Spatial Database Design. Report on Package 6 of ESA Contract no ESOC RFQ13—4976 84DJS, EARSEI. Working Group 13, 1985. — 4. JEY. ANANDAN, D.: A System Approach to Land Information Systems. Surveying and Mapping No 3, 1988. — 5. KAČÍR, K.: Navrhovanie informačných systémov. Veda a prax, 1971. — 6. KOVÁČ, J., LORD, J.: Databázový systém s IDMS. Alfa, Bratislava 1988. — 7. KRCHO, J., MIČIETOVÁ, E.: Modelling of Spatial Structures within Geoinformation Systems. Proceedings EURO CARTO IV. Brno 1987. — 8. KRCHO, J., MIČIETOVÁ, E.: Geoinformačný systém o geografickej sfére a komplexný digitálny model priestorovej štruktúry ako jeho integrálna súčasť. Geograf. časopis SAV, č. 3, 1989 — v tlači. — 9. KRCHO, J.: Diaľková detekcia zrážok a dynamický model prírodného prostredia. ŠT. výsk. úloha č. II—5—1/02. SHMU, Bratislava 1985. — 10. MARBLE, D. F., PEUQUET, D. F.: Geographic Information Systems and Remote Sensing. Manual of Remote Sensing, 2-nd Edition, American Photogrametric Society 1983.

11. MIČIETOVÁ, E.: Kartografické aspekty hydrometeorologickej banky dát. Zborník Matematické modelovanie v kartografii. SVŠT, Bratislava 1983. — 12. MIČIETOVÁ, E.: Hydrometeorologický informačný systém METEOSYS ako nástroj modelovania priestorových štruktúr v hydrológii a meteorológii. Meteorologické správy 40/2.1987. — 13. MIČIETOVÁ, E.: Automatizovaný systém komplexného digitálneho modelu reliéfu ako súčasť geoinformačných systémov. Kandid. diz. práca. Prír. fakulta UK, Bratislava 1984. — 14. SHELTON, R. L., ESTERS, J. E.: Remote Sensing and Geoinformation System: An Unrealised Potential. Geo-processing 1, 1981. — 15. SCHEBER, A.: Databázové systémy. Alfa, Bratislava 1988. — 16. TONDL, L.: Význam priestoru v informačných systémoch o území. Informačné systémy, 6, 1982. — 17. WILKINSON, G. G., FISHER, P. F.: Recent Development and Future Trends in Geoinformation Systems. The Cartographic Journal, 1987. — 18. TIKUNOV, V. S.: Moderné prostriedky výskumu systému „spoločnosť—prírodné prostredie“. Geografický časopis, 2, 1989.

Йозеф Крхо, Эва Мичистова

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА — СТРУКТУРА И УРОВНИ ИНТЕГРИРОВАННОСТИ

Географическая информационная система представляет собой орудие сбора и хранения данных о элементах ландшафта, а также орудие для получения производных пространственных информации о ландшафте. Это орудие — система, обладающая специфической структурой, функциональность которой вытекает из тщательного анализа отдельных элементов этой системы и отношений между ними. При выделении основных элементов географической информационной системы мы исходим из общего анализа информационного процесса согласно публикации [5]. Отдельные элементы системы нами характеризуются с аспектов данных, их преобразований, а также из аспектов технического и организационного обеспечения. Подчеркиваются, главным образом, те уровни интегрированности географической информационной системы, которые вытекают из свойств предмета — географической сферы. Подробно рассматривается проблематика логической структуры пространственного базиса данных по отношению к внешним свойствам предмета географической информационной системы, а также по отношению к функциям, которые она должна обеспечивать. Пространственный базис данных представляемой географической информационной системы обеспечивает решение вопросов территориально-временной упорядоченности информации, что является важным не только с точки зрения унификации сбора данных, но также с точки зрения устанавливания оптимального сходства с параметрами изучаемых систем [17].

- Рис. 1. Репрезентация разных типов данных базиса данных точечного и площадного характера в растровом и векторном виде с иерархической идентификацией источников данных.
- Рис. 2. Репрезентация разных типов данных с неиерархической идентификацией точечных данных и с иерархической идентификацией площадных данных в растровом виде.
- Рис. 3. Репрезентация комбинированного выбора данных преимущественно векторного вида и точечного и площадного характера для избранной территории.
- Рис. 4. Репрезентация комбинированного выбора данных преимущественно растрового вида и точечного и площадного характера для избранной территории.

Перевод: Л. Правдова

GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM: THE STRUCTURE AND INTEGRITY LEVELS

A geographical information system represents a tool for collecting and storing the data of landscape elements as well as for deriving spatial information of the landscape. That tool, the system, possesses a specific structure whose functionality results from a thorough analysis of the individual elements of this system and relations between them. In laying out the basic elements of the geographical information system we go out from a general analysis of information process in the sense [5]. We characterize the individual elements of the system from the viewpoint of data, of their transformations, of technical and organizational support. We lay the emphasis, in particular, on those integrity levels of the geographical information system that result from the properties of the object: the geographical sphere. We analyse, in details, the problems of logical structure of the spatial data base related to both the outer properties of the subject of geographical information system and the functions that are to be performed by the system. The spatial data base of the geographical information system presented solves the problems of territorial-time unifying the data, which is important not only from the viewpoint of unifying data collection, but also from that of ascertaining optimum correspondence to parameters of systems investigated [17].

- Fig. 1. A specimen of representing different types of data with a territorial applicability, both in points and areas, both in raster and vector formats within the data base with hierarchic identifying data measurement sources.
- Fig. 2. A specimen of non-hierarchic identifying the points as measurement sources and that of hierarchic identifying areal data in raster format.
- Fig. 3. A combined data selection with vector format prevailing, with point and areal territorial applicability for a chosen territorial unit.
- Fig. 4. A combined data selection with raster format prevailing, with point and areal territorial applicability for a chosen territorial unit.

Translated by A. Krajičír