

VEDECKÉ ZPRÁVY

JÁN PRAVDA

VÝVOJ A PROBLÉMY KARTOGRAFICKÉHO ZNÁZORŇOVANIA
TERÉNU

Terén, ako je známe, je najvýznamnejším činiteľom zemepisu. Je to zložka, ktorú nemožno opomenúť v žiadnej geografickej úvahe alebo inom prejave geografickej činnosti. Geografia pozná tri formy prejavu, tri vyjadrovacie spôsoby: slovný (písomný), kartografický a obrazový. Hlavným kartografickým vyjadrovacím prostriedkom je mapa. Spomeňme preto definíciu mapy. Geografická mapa je zmenšený, zovšeobecnený a matematicky presne určený obraz zemského povrchu na ploche—rovine mapy, ktorý znázorňuje rozmiestenie, vzájomnú spätosť a súvislosť rozličných prírodných a spoločenských javov (8). Tieto javy (prvky) sa vyberajú a znázorňujú podľa určitých, vopred dohodorených alebo stanovených pravidiel z veľkého počtu jestvujúcich na zemskom povrchu javov (prvkov) tak, aby výstižne charakterizovali každú mapu a územie, ktoré znázorňuje.

Kým ostatné prvky mapy sa dajú pomerne jednoducho a výstižne znázorniť v podobe čiarových, bodových alebo plošných značiek, terén sa dosiaľ nepodarilo zobraziť na mape jednoznačne, presne a súčasne i názorne. Je to preto, že terén viac než hociktorý iný prvok mapy vyžaduje znázornenie svojej tretej súradnice čiže výšky alebo prevýšenia. Všetky dosiaľ známe spôsoby zobrazovania terénu popri svojich určitých kladoch obyčajne majú celý rad nedostatkov a nevýhod.

Pre dnešok sa zobrazovacie metódy mnohých základných prvkov mapy viac-menej stabilizujú. Napr. rieky sa znázorňujú modrými, spravidla postupne sa zosilňujúcimi čiarami, železnice sa znázorňujú taktiež čiarami či už čiernej, alebo červenej farby. Podobne je to i s ďalšími prvkami, ako sú cesty, hranice, sídliská a pod. Terén však ostáva i naďalej problematickým prvkom každej geografickej mapy z hľadiska voľby spôsobu jeho znázornenia. V histórii, ako aj v súčasnosti poznáme veľa rôznych spôsobov znázorňovania terénu, pretože ako jediný z veľmi dôležitých prvkov geografickej mapy nemá dosiaľ ustálený a všeobecne prijatý zobrazovací spôsob. Jeho znázornenie ostáva i naďalej pod vplyvom rôznych názorov a tendencií, pretože ani jedna zo zobrazovacích metód (alebo kombinácií týchto metód) nie je ani zďaleka taká jednoznačná, jednoduchá a objektívna, ako je to pri zobrazovaní iných prvkov mapy.

Na základe skúmania a podrobných štúdií geografických a kartografických materiálov od najstarších čias až po dnešok môžeme rozdeliť zobrazovacie spôsoby terénu na štyri základné druhy:

1. schematické,
2. perspektívne (pohľadové),
3. pôdorysné (ortografické),
4. trojrozmerné (modely, plastické mapy a pod.).

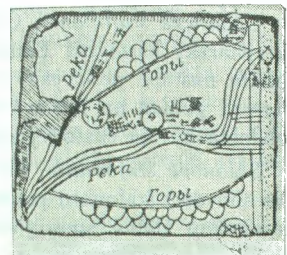
Pokusy znázorniť terén badáme už na najstarších „mapách“ — schémach, vyobrazeniach a pod. Väčšinu takýchto materiálov poskytujú archeologické vykopávky a nálezy. Za najstaršiu mapu, znázorňujúcu i terén, sa v súčasnosti považuje hlinená doštička, nájdená pri vykopávkach neďaleko Babylonu. Pochádza približne z roku 2500 pred n. l. (rekonštr. — obr. 1). Tento spôsob znázornenia terénu je rýdzdo schematický. V súčasnom období v geografickej praxi sa dosť často používa schematické vyjadrenie terénu v podobe určitého systému značiek alebo čiar (chrbátnic, údolnic a pod.) na tzv. orografických schémach alebo mapách — schémach štruktúry zemského povrchu.

V historickom ponímaní prechodom k perspektívnemu znázorňovaniu terénu je Ptolemaiova *Mapa sveta* (2. stor. n. l.), ktorá je súčasťou jeho známej *Geografie*. Jej rekonštrukcia z neskoršieho obdobia je znázornená na obr. 2. Tento spôsob sa charakterizuje radením jednotlivých kopčiekov za seba, čím sa vytvára čiastočne perspektívny dojem. Vzhľadom na spomalenie vývoja techniky a kultúry v stredoveku tento spôsob sa v rôznych obmenách rozširoval len veľmi pomaly a používal sa až do 17.—18. stor.

V súčasnosti badáme v niektorých prípadoch návrat k perspektívnej metóde, pravda, na vyššom stupni. Na pomoc prišla fotografia a pomerne dosť často sa stretáme s pohľadovými mapami — obrázkami určitých území. Dokonca sa stretávame i s mapami, ktoré obsahujú terén vkonštruovaný do prísne matematického podkladu, t. j. tieto mapy sú znázornené v niektorom zo známych kartografických zobrazení, ako je azimutálne, kužeľové, valcové a pod.

Koncom 17. a v 18. stor. sa terén na mapách začína znázorňovať pôdorysnými spôsobmi. Staré schematické a perspektívne spôsoby začali nevyhovovať mnohým úlohám a požiadavkám, ktoré s rozvojom techniky a vojen bolo nevyhnutné riešiť s pomocou máp. Bolo treba zobraziť smery a sklony svahov, absolútne a relatívne výšky, výškový charakter zobrazeného územia, jeho rozčlenenie, jeho jednotlivé prvky (formy, tvary) a nakoniec bolo treba zemský povrch znázorniť tak, aby sa dalo súdiť o geografickom alebo vojenskom type a charaktere terénu na zobrazovanom území (8).

V snahe zobraziť terén čo najobjektívnejšie vznikli rôzne pôdorysné spôsoby. Avšak vzhľadom na to, že pôdorysné zobrazenie trojrozmerného telesa (a zvlášť terénu) nikdy nemôže nahradiť priamy alebo aspoň pochopiteľným spôsobom abstrahovaný obraz skutočného zemského terénu, vzniklo pomerne v krátkom historickom období (18.—19. stor.) postupne niekoľko rôznych pôdorysných spôsobov znázorňovania terénu. Sú to: *znázornenie terénu kótami (nadmorské výšky, hĺbky)*, *šrafovanie*, *urstevnice*, *hypsometrické rozfarbenie*, *tieňovanie*, *rôzne kombinované spôsoby*, *využívajúce súčasne niekoľko metód*.



Obr. 1.



Obr. 2.

Kóty. Pokrok techniky, najmä pokrok v geodézii (meračské, nivelačné prístroje), si vynútil vznik tejto zobrazovacej metódy, ktorá sa vlastne stala podkladom pre vznik ďalších metód, ako sú šrafovanie a najmä vrstevnice. Samostatne sa táto metóda na mapách používa veľmi zriedka. V značnej miere sa s ňou môžeme stretnúť iba v morskej kartografii alebo v kombinácii s ostatnými pôdorysnými metódami.

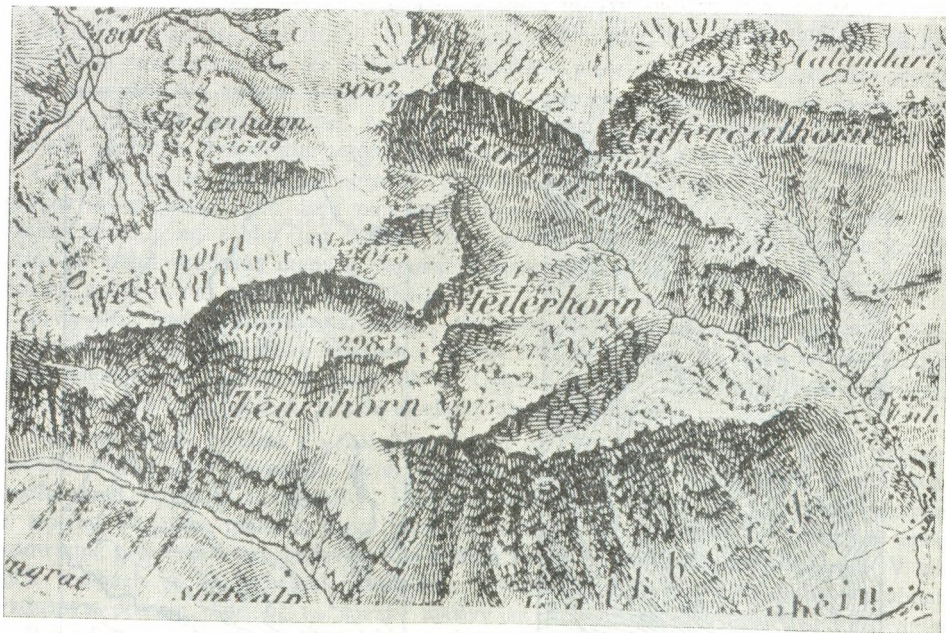
Šrafovanie. Z hľadiska uskutočnenia vlastného šrafovania, môžeme tento spôsob rozdeliť na tri základné metódy: a) chaotické šrafovanie, b) sklonové šrafovanie, c) tieňované šrafovanie.

Chaotické šrafovanie. Obdobie prechodu od perspektívy k šrafovaniu vyjadril známy švajčiarsky kartograf Eduard Imhof (2) slovami: „Miesto stranového a skutočného pohľadu nastúpil pôdorysný obraz výškových pomerov. Vtedy však ešte nikto nevedel, ako vyzerá pohľad na horstvá kolmo zhora, a tak výškové pomery najstarších máp z tohto obdobia bývajú často vyjadrené len chaotickým zhlukom čiar.“

Sklonové šrafovanie. Po prvý raz v histórii znázorňovania terénu sa pri sklonovom (svahovom) šrafovaní použili matematické výpočty. Svahy sa touto metódou znázorňovali systémom šrafov smerujúcich pozdĺž svahu. Tieto šrafoy mali určitú presne stanovenú dĺžku, hrúbku a hustotu v každom určitom mieste svahu, podľa uhla jeho sklonu. Koncom 18. a začiatkom 19. stor. bolo vypracovaných niekoľko škál šrafov (Lehmann,

Bolotov), ktoré dávali možnosť znázorniť terén dosť presne i názorne, ale ich vyhotovenie a kartometrické využitie bolo značne prácne.

Tieňované šrafovanie. Oveľa názornejšou bola metóda tieňovaného šrafovania. Pri využití bočného osvetlenia šrafoy sú tenšie a redšie na osvetlených a hrubšie i hustejšie na zatienených svahoch, čím vzniká výborná plasticita (objemnosť) zobrazeného terénu. K najvýznamnejším mapám, ktoré boli vyhotovené touto metódou, patrí topografická mapa Švajčiarska v mierke 1:100 000 (mapa G. H. Dufoura — obr. 3).



Obr. 3.

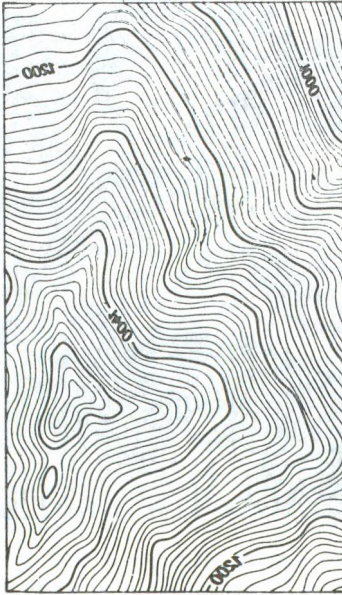
Znázornenie terénu vrstevnicami. Prvý raz pomocou izolínií sa výškové vzťahy znázornili na mape ústia rieky Maas r. 1697. Pravda, nešlo o vyvýšeniny, naopak, o znázornenie dna. Pre znázornenie vlastného reliéfu súše sa vrstevnice použili temer až o 100 rokov (r. 1791) vo Francúzsku. Potom, najmä však až v polovici 19. stor., sa vrstevnice začali používať stále viac, vytesňujúc pritom šrafovacie metódy. V súčasnosti mapy so šrafovaním sa už prakticky nevyhotovujú. Na území ČSSR sa posledné mapy (tzv. špeciálky) prestali vydávať tesne pred druhou svetovou vojnou.

Vrstevnice sa stali hlavnou zobrazovacou metódou reliéfu (výškopisu). Metóda izolínií je bezosporu najpresnejšia zo všetkých známych zobrazovacích metód a je rozšírená po celom svete. Nie vždy sa však vrstevnicami podarí znázorniť všetky terénne tvary alebo ich časti, napr.: skaly, žľaby a pod. Pre znázornenie týchto častí reliéfu jestvujú zvláštne značky.

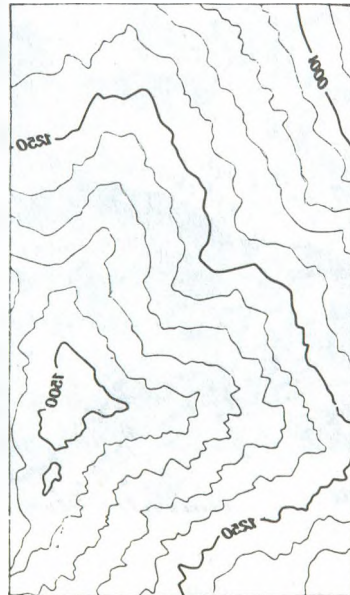
Vrstevnice v dnešnom ponímaní nie sú iba matematické čiary (izohypsy — množina bodov o rovnakej nadmorskej výške), ale hlavne na mapách malých mierok sa považujú i za symbolické čiary, ktoré „formujú“ reliéf. Na základe vrstevníc sa určujú nielen

výšky a prevýšenia, sklony a profily terénu (výšková funkcia), ale vrstevnice sú i vyjadrovacím prostriedkom (geografická funkcia) tak pre zobrazenie celého zemského povrchu, ako aj jeho jednotlivých častí, foriem (8). Preto sa vrstevnice používajú aj na všeobecnopisných mapách malých mierok a matematická, či geometrická čiara hrá na nich geografickú úlohu.

Presnosť a súčasne i názornosť zobrazenia terénu vrstevnicami bola dlhší čas predmetom sporu. Je pravda, že v mnohých prípadoch sa pri vhodnom výškovom intervale vrstevníc získava dostatočný plastický dojem (vystupovanie jednotlivých terénnych tvarov alebo ich častí — obr. 4), no v mnohých prípadoch samotné vrstevnice nepostačujú pre získanie efektu plasticity (obr. 5).



Obr. 4.



Obr. 5.

Požiadavka názornosti terénu sa kladie obyčajne súčasne s požiadavkou zvyšovania presnosti zobrazovacej metódy. Keďže presnosť a názornosť prvkov mapy sú požiadavky vzájomne si odporujúce (5), bolo nevyhnutné hľadať východisko: ako neznížiť presnosť znázornenia terénu pri zvýšení jeho názornosti.

Prvým východiskom zo situácie bolo použitie hypsometrických vrstiev a neskôr tieňovanie.

Hypsometrické vrstvy. Hypsometrické vrstvy na mapách sa začali používať v druhej polovici 19. stor., najmä preto, že pri pohľade na terén znázornený vrstevnicami (najmä veľmi členitý) bolo niekedy ťažko zistiť charakter výškových pomerov. Pre zvýšenie prehľadnosti sa začalo používať rozfarbenie priestorov medzi vrstevnicami (výškové stupne) rôznymi farebnými odtieňmi.

Keby sa hypsometrické vrstvy (stupne) použili len na zvýšenie prehľadnosti zobrazenia terénu, iste by sa nebolo natolko rozšírilo ich používanie. Vzápätí však vznikli

rôzne teórie, ktoré sa snažili pridať rozfarbeniu terénu podľa výškových stupňov určitý zmysel, opodstatňujúci lepšiu názornosť a plasticitu terénu.

K. Peucker navrhol hypsometrické stupnice, základom ktorých sú tri princípy:

- a) Čím sú farby svetlejšie (čistejšie) tým sa zdajú pozorovateľovi bližšie.
- b) Čím je intenzita (sila) farby väčšia, tým sa zdá bližšie.
- c) Červené, oranžové a žlté („teplé“) farby slnečného spektra sa zdajú ľudskému oku bližšie ako ostatné (zelené, modré — „studené“) farby (4).

Vylepšujúc tieto základné teórie ďalší teoretici znázorňovania terénu (Kremling, Freytag a i.) vychádzali taktiež zo zrakových vnemov farebného zobrazenia terénu.

Začiatkom tohto storočia teória „čistej hypsometrie“ začala strácať na význame, pretože sa ukázala nedostačujúcou pre získanie čo najväčšej plasticity (Kümerly, Imhof). Farebnosť znázorňovania terénu sa začala používať v spojitosti s tieňovaním. Až do dnešného obdobia prevláda presvedčenie, že maximálne úspechy pri znázornení terénu možno doceliť farebným stvárnením terénu pri súčasnom využití tieňovania.

Tieňovanie. Snaha kartografov zobraziť terén čo najvýraznejšie viedla k využitiu prvkov na mapách, ktoré dnes poznáme z fotografií (leteckých snímok) zemského povrchu, kde hlavnú úlohu hrá bohatá škála prirodzeného vytieňovania. Vďaka tomuto princípu mohli vzniknúť mapy s tieňovaním terénu, ktoré sa v súčasnosti popri znázorňovaní vrstevnicami používa najčastejšie.

Prvá pôdorysná (ortografická) mapa, na ktorej je terén znázornený pomocou tieňovania, bola mapa Zürišského kantonu v mierke 1:32 000, ktorú vyhotovil po predchádzajúcej mnohoročnej meračskej praxi H. C. Gygens r. 1667 (3). Mapa bola vykreslená v prirodzených odtieňoch, t. j. ako umelecký obraz, olejomalba.

Táto metóda sa využila i v cárskom Rusku r. 1799 pri spracovaní *Atlasu výpravy ruského vojska do Švajčiarska*. Terén na jednotlivých mapách tohto atlasu je zobrazený podľa zásad vzdušnej perspektívy, významné vrcholy a chrbty sú vykreslené svetlými a teplými odtieňmi, pričom efekt plasticity vytvára na vrcholoch v prevažnej miere kontrastné tieňovanie, prechádzajúce na nižšom teréne do mäkkšieho prepracovania. V nižších polohách je rozfarbenie chladnejšie, pričom sa doliny zdajú akoby zatiahnuté vzdušným oparom. Ladovce a snežné masívy sú znázornené bledomodrým tieňovaním. Celkové farebné ladenie je blízke k prírodným farbám.

Vzhľadom na nedokonalé technické a reprodukčné prostriedky minulých storočí metóda tieňovania sa nerozširovala a nepoužívala na vtedajších mapách v širšom meradle. Spomenuté príklady sú ojedinelé. E. Imhof (3) nazýva Gygensovu mapu „svetlým obdobím švajčiarskej kartografie“.

Ojedinele sa čierno-biele tieňovanie používalo i v 18. a 19. stor. po objavení techniky litografie (rozmnožovanie z litografického kameňa — A. Senefelder r. 1796). Skutočný rozvoj táto metóda zaznamenala až v tomto storočí, vďaka možnostiam, ktoré poskytli nové, pokrokovejšie rozmnožovacie techniky.

Tieňovanie vrstevníc. Tento spôsob, zárodok ktorého sa objavili už v 19. stor., zaberá vlastne samostatné miesto v zobrazovacích metódach terénu. Ťažko ho zaradiť do spôsobu znázornenia vrstevnicami, pretože využíva princípy tieňovania a taktiež nie plne sa vzťahuje na poltónové tieňovanie, pretože narába s čiarovým prvkom — vrstevnicami.

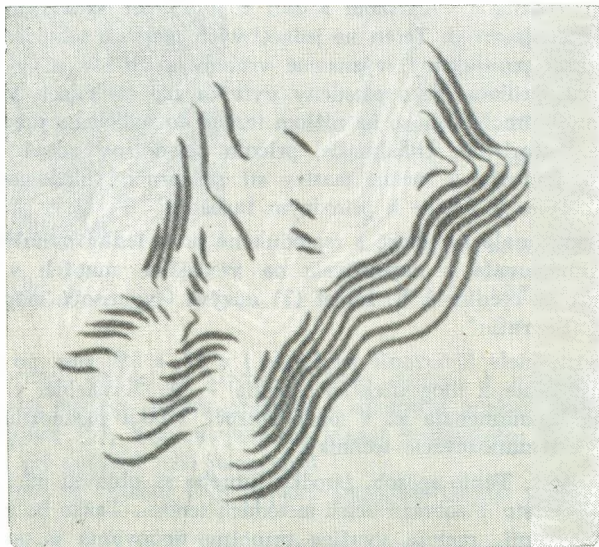
V päťdesiatych rokoch tohto storočia sa k tejto metóde vrátil japonský profesor K. Tanaka, ktorý jej použil ako ďalším rozpracovaním docielil veľmi pôsobivé výsledky. Princíp tejto metódy je zrejmy z obr. 6. Na osvetlených svahoch sú vrstevnice tenšie, na zatienených hrubšie. K. Tanaka pre docielenie lepších a názornejších výsledkov použil pre plochu mapy šedý tón, na ktorom dobre pôsobia najmä biele vrstevnice (obr. 7).



Obr. 6.

Kombinované spôsoby. Už od 19. stor. sa začínajú používať rôzne kombinácie známych spôsobov znázornenia terénu, ako napr. šrafovanie a kóty, šrafovanie a vrstevnice, vrstevnice a hypsometrické rozfarbenie, hypsometria a tieňovanie atď. V súčasnosti sa terén na všeobecných mapách znázorňuje i tromi-štyrmi spôsobmi súčasne, napr. najbežnejšie bolo donedávna znázornenie kótami, vrstevnicami, hypsometriou a tieňovaním.

Po roku 1951, keď K. Tanaka túto metódu použil na mape sopečného terénu Japonska v mierke 1:100 000, sa táto metóda používa len veľmi zriedka vo svetovej kartografii, pretože je značne práčna a pre obmedzenosť vo farebnosti neumožňuje znázorňovať súčasne s terénom komplex ostatných mapových prvkov. Roku 1962 túto metódu použil v kombinácii s hypsometriou a tieňovaním E. Imhof vo svojom známom švajčiarskom atlase pre stredné školy (1), pri znázornení časti Veľkého kaňonu rieky Colorado. No i tento pokus je ojedinelý v svetovom meradle a zatiaľ sa neobjavilo jednoduché riešenie, ktoré by umožnilo pridať väčší impulz rozvoju a využívaniu tejto zaujímavej metódy.



Obr. 7.

Vývoj spôsobov znázorňovania terénu sa však nekončí. V svetovej literatúre a na súčasných kartografických dielach badáme snahy o nové vhodné riešenie tak využitím známych princípov, ako aj hľadaním nových prejavov v riešení tohto problému.

Všeobecne možno povedať, že plastickým znázornením terénu nazývame také znázornenie, ktoré umožňuje vnímať terén objemne, trojrozmerné, t. j. keď jasne rozlišujeme vyvýšeniny a prehĺbenia znázorneného územia. Prakticky sa objemové vnímanie môže doceliť rôznymi spôsobmi (metódami). Všetky metódy plastického znázorňovania terénu, ktoré sa do dnešného obdobia použili, môžeme rozdeliť do piatich skupín, z ktorých každá využíva principiálne rôzne prostriedky. Sú to: *perspektíva, tieňovanie, chromatická stereoskopia (plasticita farieb), stereoskopické a anaglyfické spôsoby, priamy spôsob zobrazenia terénu na plastickej mape alebo modeli.*

Perspektívne a stereoskopické spôsoby znázornenia terénu sú čiastočne vzdialené od prijatých kartografických spôsobov vyjadrovania. Lineárna perspektíva je nevhodná pre využitie na mape preto, že je nezlúčiteľná s ortogonálnym priemetom zemského povrchu na rovine mapy, ak dôsledne trváme na definícii mapy.

Stereoskopické metódy potrebujú pre získanie objemového efektu dva obrazy, ktoré sú oddelené od seba (stereodvojice). Na anaglyfických mapách sú síce oba čiastkové obrazy zlúčené v jednom exemplári mapy, ale vzhľadom na použitie len dvoch farieb prekážajú vyjadrovaniu mapových prvkov v celej škále farieb a okrem toho nedávajú možnosť vnímať odrazu celé znázornené územie. Ďalej tieto metódy vyžadujú používanie dodatočných pomôcok: stereoskopov, dvojfarebných okuliarov a pod.

V súčasnosti sa pre plastické znázorňovanie terénu na mapách najviac používajú dva zo spomenutých princípov: tieňovanie a farby. Ďalší princíp — priame zobrazenie reliéfu na plastických mapách — je najnovší a nachádza sa v štádiu vývoja. Tvorí vlastne samostatnú časť kartografie.

Fotomechanické spôsoby tieňovania. Pokrok vo vede a technike, ktorý v súčasnosti badáme vo všetkých oblastiach ľudského diania, sa prejavil i v kartografických spôsoboch znázorňovania terénu. Vznik fotomechanických spôsobov tieňovania bol podmienený vznikom kartografie plastických máp. Obe tieto kartografické vyjadrovacie metódy sa začali rozvíjať prudšie až po druhej svetovej vojne takmer súčasne.

Ručné spôsoby tieňovania, ktoré sa vyvinuli predtým, začali nevyhovovať pre ich rýdže individuálny charakter poňatia a podania terénu. Okrem toho v rôznych štátoch sa vzhľadom na stupeň ich technickej vyspelosti používali a tiež i dodnes používajú rôzne ručné metódy, z ktorých každá, ak nemá byť príliš nákladná a zdĺhavá, má určité hranice vyjadrovacích možností. Známe sú tieto ručné spôsoby tieňovania: *litografia na kameni, striekanie, lavírovaná kresba riedeným tužom, kresba tuhou („těrkou“), metóda tónovaných fólií* a pod.

Zistilo sa však, že fotografický obraz modelu terénu (reliéfu) je oveľa pôsobivejší a objektívnejší než ručne vyhotovený a vytieňovaný terén (obr. 8 a 9). Pri vzniku a vývoji tejto metódy sa tiež výrazne prejavili vplyvy rôznej technickej vyspelosti odvetví kartografie v jednotlivých štátoch sveta. Je známe, že modely terénu sa začali ručne vyhotovovať už v minulosti (v posledných dvoch storočiach) väčšinou pre vojensko-taktické účely. Vyhotovali sa ponajprv z piesku, hliny, neskôr z lepenky alebo preglejky a pod. — až do druhej svetovej vojny.

V USA sa v rokoch 1944—1947 začal používať mechanizovaný postup vyhotovovania modelov pomocou tzv. „reliefografa“. Je to zariadenie, ktoré vyklopkávaním a prehýbaním hliníkového listu vyhotovovalo modely terénu podľa vrstevníc, nanesených na tento hliníkový list.

V súčasnosti sa v západných štátoch (NSR, Taliansko, Francúzsko, USA, V. Británia a i.), ako aj u nás v ČSSR (6) využívajú špeciálne frézovacie zariadenia, s pomocou

ktorých sa vyhotovujú stupňovité modely v blokoch sadry alebo iného vhodného materiálu. Tieto modely sa potom ručne alebo polomechanicky zhladzujú, alebo vyplňujú tak, že vznikne hladký model — obraz zemského reliéfu v určitej mierke a s určitým prevýšením a zovšeobecnením (generalizáciou).

V SSSR bol rozpracovaný spôsob vyhotovovania modelov terénu pomocou zariadenia, ktoré umožňovalo vytvoriť reliéf v bloku z tenkých ihličiek.

Terén získaný fotografiou takýchto plastických modelov sa začal využívať už koncom 19. stor. Avšak šlo o ojedinelé prípady.



Obr. 8.

Veľký impulz rozvoju tejto metódy pridal K. Wenschow v období tesne po druhej svetovej vojne (zomrel r. 1949). Rozpracoval spôsob získania fotografického obrazu tieňovaného terénu z reliéfneho modelu pre využitie na mapách. Použil pritom špeciálny reprodukčný prístroj s veľkou ohniskovou vzdialenosťou (15,2 m), aby odstránil skreslenie, ktoré vznikalo na okrajoch fotografovaného tieňovaného modelu z dôvodov jeho prevýšenia. Samo vytieňovanie modelu sa uskutočňovalo úpravou osvetlenia priamo pred fotografickou kamerou.

Problém vzniku skreslenia pri fotografovaní modelov, ktoré majú, pochopiteľne, určité prevýšenie od základnej zaostrovacej roviny fotografovania, sa ukázal príliš veľký a pribrzdil na určitý čas rozvoj fotomechanického tieňovania.



Obr. 9.

Firmou Army Map Service bola vyvinutá tzv. Bench-kamera, ktorá rieši problém veľkej ohniskovej vzdialenosti a skreslenia tým, že používa parabolické zrkadlo (o priemer 76,2 cm). Obraz plastického modelu sa odráža v zrkadle a je fotografovaný kamerou s normálnou ohniskovou vzdialenosťou. Obraz terénu je síce ortografický, ale nastáva nové, tzv. excentrické skreslenie, pretože celý systém je konštruovaný tak, že model zo známych dôvodov neleží na osi zrkadla (10).

Ďalší spôsob, metóda „geoplastic“, odstraňuje určité chyby skreslenia spôsobu Wenschowa tým, že fotografuje na priesvit priesvitný model. Nepatrný odklon osvetlenia od kolmého smeru zapríčiňuje lom svetla pri jeho prechode modelom a vzniká tak značne názorný a objektívny obraz tieňovaného terénu.

Ťažkosti s osvetľovaním a skreslením kresby tieňovaného terénu, získaného fotomechanickou cestou, rieši i metóda čs. kartografa, inž. Hykyša (čs. patent č. 93575). Táto metóda predpokladá vyhotovenie znižovaných (nižších) reliéfnych modelov, vyhotovovaných špeciálne pre účely tieňovania. Tieto modely majú variabilné prevýšenie, charakter jednotlivých území sa zobrazuje nie výškou, ale ostrosťou, prípadne jemnosťou prepracovania. Nižšie prevýšenie umožňuje tieto modely fotografovať i na bežných fotoreprodukčných prístrojoch. Okrem toho inž. Hykyš rieši i problém vytieňovania modelu celkom originálnym spôsobom. Reliéfny model sa po vyhotovení ručne vytieňuje pomocou striekacej pištole postupom, ktorý je pomerne veľmi jednoduchý a rýchly a až potom sa fotografuje pri bežnom osvetlení ako hociká iná reprodukčná predloha. Takýto tieňovaný terén sa v ČSSR používa o. i. najmä na mapách zo súboru „Poznávajme svet“.

Treba podotknúť, že tento spôsob sa v ČSSR ďalej rozpracúva, existujú už pokusy, ktoré dávajú predpoklady úplného odstránenia skreslenia tieňovaného terénu pri fotografovaní, ba dokonca umožňujú vylúčiť fotografovanie z tohto procesu, čím sa spôsob získavania tieňovaného terénu z reliéfneho modelu stáva viac efektívny a časovo menej náročný pri dosiahnutí veľmi pôsobivých výsledkov.

CHROMATICKÁ STEREOSKOPIA

Farebnosť každej geografickej mapy nie je iba náhodná súhra farieb, ale celkom zákonitá a z mnohých stránok zdôvodnené použitie tých-ktorých farieb. Vyhotovovanie geografických máp, podobne ako aj ich čítanie (chápanie), vyžaduje náležité poznanie podstaty, vplyvu, pravidiel, harmónie a iných vlastností kompozície farieb.

Náuka o farbách je v svojej podstate komplexná oblasť a pojem „farba“ je mnohознаčný. Farbami sa zaoberá fyzika, chémia, ako aj psychológia, umenie, kartografia, fotografia, reprodukčná technika a mnohé ďalšie oblasti ľudského diania, pravda, každá si všima farby len z určitého hľadiska.

Kartografia pre znázornenie terénu na geografických mapách siaha taktiež po poznatkoch mnohých oblastí skúmania farieb. Cieľ použitia farieb je však presne stanovený: ako pri dosiahnutí prijateľného pre ľudské oko koloritu mapy (pri neporušení jej určitých presne definovaných vlastností) dosiahnuť čo možno najvýraznejšie a najplastickejšie výsledky pri znázornení terénu.

Vývoj teórie a praxe chromatickej stereoskopie (plasticity farieb) sa v histórii znázorňovania terénu doteraz uberal v podstate dvoma smermi:

- a) Prvý smer znamená zdôvodnenie a využitie konkrétnych farieb v hypsometrickom spôsobe znázornenia terénu.
- b) Druhý smer znamená využitie princípov umeleckého maliarstva.

Hypsometrické stupnice. Za najstaršiu sa považuje hypsometrická stupnica Franza von Hauslaba (významného rakúskeho kartografa 19. stor.). F. Hauslab považoval za nevyhnutné, aby sa hypsometrické stupnice rozfarbovali podľa týchto pravidiel:

a) Nezávisle od tónu základných farieb celá stupnica musí byť zostavená podľa princípu „čím vyššie, tým tmavšie“.

b) Farby a jednotlivé stupne majú byť ľahko rozlíšiteľné.

c) Farby v stupnici musia byť v určitom harmonickom súlade tak, aby vyjadrovali jednotu terénnych tvarov a terénu ako celku.

Takto znázornený terén má podľa Hauslaba mať plastické vlastnosti. Má umožňovať rozlíšenie výšok jednotlivých častí terénu. Ním zostavená stupnica má v spodnej časti zelené odtiene, v strede oranžové a končí sa hnedými alebo sýto červeno-hnedými odtieňmi. Druhý variant jeho stupnice sa začína tmavozelenými a končí sa sýto žltými odtieňmi. Značný interval odtieňov umožňoval vyhnúť sa prílišnému stmaveniu v stupniciach. Hauslabom navrhnuté a čiastočne pozmenené stupnice využívajú sa i v súčasnosti, pretože umožňujú použitie tieňovania terénu.

Opakom stávajúcich sa stupníc F. Hauslaba sú stupnice E. Sydowa, zostavené podľa princípu „čím vyššie, tým svetlejšie“. Avšak jeho stupniciam sa vytykalo (a čiastočne i vytyka) prílišné stmavenie ich spodných častí, čo v prenesení do mapy znamená stmavenie dolín, nížin a rovín, kde je prakticky sústredené najviac polohopisných prvkov, ktorých čitateľnosť sa týmto zhoršuje. Ako východisko z tejto situácie Sydow navrhoval ďalšiu metódu ladenia farieb pre znázornenie terénu. Ako prvý vniesol do kartografie pojem „krajinné“ (regionálne) farby, t. j. sfarbenie obrazu terénu na mape sa snažil priblížiť k skutočným farbám daného územia v prírode. Žiaľ, túto metódu iba načrtol, ale širšie nezpracoval.

Ďalšími teoretikmi hypsometrického spôsobu znázorňovania terénu boli K. Peucker, E. Kremling a G. Freytag, ktorí pri zostavovaní svojich stupníc vychádzali z fyziológie farieb, t. j. zo zrkovného vnemu. Svoje výskumy založili na rozlišovaní teplých farieb, vystupujúcich do popredia a studených farieb, odstupujúcich do pozadia. Taktiež tvrdili, že sýte, čisté farby zdajú sa ľudskému oku bližšie (vystupujúce), a naopak, málo nasýtené zmiešané farby zdajú sa vzdialenejšie (odstupujúce).

Pomerne najobširnejšie teoreticky zdôvodňoval využitie farieb pre znázornenie terénu K. Peucker. Funkciu farieb plne podriadil efektu vystupňovania a odstupňovania. Pri analýze krajinných farieb a im zodpovedajúcemu hypsometrickému rozfarbeniu rozlišoval dva druhy farieb: achromatické (čierna, biela a celý rad šedých odtieňov medzi nimi) a chromatické (niekedy i „spektrálne“), t. j. všetky farby slnečného spektra.

Na základe týchto farieb zostavil Peucker tri druhy hypsometrických stupníc:

a) Z achromatických farieb možno zostaviť tzv. „jasnú stupnicu“ od čiernej cez tmavošedé, šedé, bledošedé odtiene, až k bielej farbe.

b) Kombináciou tejto stupnice s niektorou alebo niekoľkými chromatickými farbami vzniká nová stupnica, tzv. „tieňovaná“, pretože sa považuje sčasti buď za stmavenú šedou, alebo presvetlenú bielou farbou. Pri zostavení tejto stupnice Peucker vychádzal z poznatkov, ktoré nadobudol v prírode, kde sa bližšie predmety javia sfarbené v jasnejších, čistejších farbách a vzdialené, naopak, v tmavých farbách, obsahujúcich určitý stupeň šedosti. Takto, hoci i nepriamo, Peucker ako prvý zdôvodnil v kartografickom znázorňovaní terénu princíp vzdušnej perspektívy, ktorú neskoršie rozpracovali a využili teoretici druhého smeru znázorňovania terénu pomocou chromatickej stereoskopie.

c) Tretiu stupnicu, „spektrálnu“, zostavil Peucker z farieb slnečného spektra, teda z červenej, oranžovej, žltej, zelenej, modrej a fialovej farby. Zjednotením týchto troch

základných analytických stupníc a s prihliadnutím na rozdelenie farieb na teplé a studené vytvoril Peucker tzv. „spektrálnu adaptívnu stupnicu“, ktorá sa začínala šedou a končila sa sýtou tmavou červenou farbou. S určitými odchýlkami sa táto jeho stupnica používala na mapách i začiatkom tohto storočia, kým ju neprekonali nové výskumy, nové poznatky a lepšie výsledky.

Stupnice E. Kremlinga, podobne ako K. Peuckera, končia sa výhradne intenzívnymi odtieňmi teplých farieb. Peuckerovu teóriu sa mu však nepodarilo rozviesť v širšom meradle. I v jeho stupniciach sa prejavujú nedostatky, vyplývajúce zo spojenia hypsometrie s tieňovaním. Hoci tieňovanie u neho hralo podradnú úlohu, ani čistá hypsometria nemala dostatočnú plasticitu.

G. Freytag využil vo svojich prácach tiež princíp teplých a studených farieb. Svoje hypsometrické stupnice zostavil tak, že pre ich spodné časti použil studené modrozelené a zelené odtiene a horné časti stupníc zostavil z teplých oranžových a červených farieb. Pretože tieto farby nemohol spojiť ekvivalentne, jeho stupnice majú charakter stupníc s nestálou intenzitou („svetlotou“). Snažil sa tým predísť neprírodnému dojmu, ktorý vytvárali tak Hauslabove, ako aj Peuckerove stupnice. Preto Freytag prakticky použil pre svoje stupnice nesýte, menej intenzívne odtiene. Ďalším dôvodom pre použitie takýchto farieb bolo i použitie šrafovania, ktorému Freytag vlastne podradil hypsometrickú stupnicu. Tým sa odpútal od svojich predchodcov a naznačil možnosť využitia nového stanoviska v probléme znázorňovania terénu.

Teórie Hauslaba, Sydowa, Peuckera, Kremlinga, Freytaga a ďalších kartografov svedčia o úpornom hľadaní najvhodnejších vyjadrovacích metód pre znázornenie terénu pomocou hypsometrie. Ich spoločným nedostatkom z dnešného hľadiska bol fakt, že sa nedokázali odpútať od stupňovitej hypsometrie, ktorá koniec koncov dáva len ohraničené možnosti vytvárania plasticity terénu.

Využitie princípov umeleckého maliarstva. Táto tendencia vznikla koncom minulého a začiatkom tohto storočia vo Švajčiarsku. V mnohých štúdiách a článkoch sa spája pod jeden pojem — tzv. „Švajčiarsky spôsob“ znázorňovania terénu.

Dnes rozlišujeme podľa vonkajšej podoby (podľa praxe vydaných máp) dve obdoby tohto spôsobu: pôvodný a novodobý.

Predstaviteľom a teoretikom pôvodného švajčiarskeho spôsobu je H. Kümerly, ktorý sa vo svojich výskumoch odpútal od princípu hypsometrických stupňov. Budoval na spomenutej Gygenovej mape, ktorá ako ručná práca pôvodne nebola reprodukováaná v podobe mapy. Princípy umeleckého maliarstva Kümerly prispôsobil k vtedy existujúcej kartoreprodukčnej technike a riešil znázornenie terénu kombináciou rozfarbenia zvlášť osvetlených a zvlášť zatienených svahov. Osvetlené svahy v horách znázorňoval jasnými teplými farbami, nížiny nevýraznými chladnými odtieňmi. Zatienené svahy znázorňoval červenohnedými, olivkovými a fialovými odtieňmi (pozri jeho známu mapu Švajčiarska 1:200 000 z roku 1902). Ukážky jeho metódy možno nájsť i v *Švajčiarskom atlase pre stredné školy* (1).

Kümerly využil dôslednejšie z hľadiska použitých odtieňov pri kartografickom znázorňovaní terénu tzv. krajinné farby pri súčasnom využití princípov vzdušnej perspektívy.

Pojem vzdušná perspektíva sa aj v poslednom období stretáva v kartografickej literatúre, avšak vždy hodne rozdrobene a neucelene spomínajú sa obyčajne len niektoré jej zásady. Vo vzdušnej perspektíve sa venuje pozornosť trom stránkam (charakteristikám) farieb a tieňov v prírode: zmenám kontrastu, intenzity a farebnosti.

Zmeny kontrastu. Vďaka rozptyľovaniu svetla v atmosfére medzi pozorovateľom a terénymi tvarmi sa blízke predmety javia jasnejšie ako vzdialené. Pritom tiene na

blízkyh tvaroch vidíme tmavšie, na vzdialenejších sú bledšie. Pozorovaný kontrast v tieňoch na blízkyh tvaroch je väčší, na vzdialenejších menší. Tieto aspekty pri spracovaní máp nachádzajú použitie najmä na čiernobielych origináloch tieňovaného terénu (zvlášť ručne vyhotovovaných).

Zmena intenzity farieb je obdoba zmeny kontrastu pri achromatických farbách (čiernej, bielej). Blízke predmety, terénne tvary majú farby intenzívnejšie, vzdialenejšie sú menej intenzívne. Bližšie predmety sú vždy sfarbené „čistejšími“ a intenzívnejšími odtieňmi, na vzdialenejších badať prímes málo intenzívnych šedých (alebo modrošedých, či fialovošedých) odtieňov.

Zmena farebnosti. Pri prvých dvoch charakteristikách sa do úvahy berie len rozptyľovanie svetla a zmena sfarbenia bez zmeny spektrálneho obsahu tej-ktorej farby. Je však známe, že pri prechode lúčov slnečného svetla atmosférou badáme tzv. tendenčné alebo výberové rozptyľovanie. Najviac sa rozptyľujú krátkovlnné lúče spektra, t. j. modré a fialové lúče. Farby spektra s väčšou vlnovou dĺžkou (oranžové a červené) sa rozptyľujú najmenej. Preto v rozptylenom svetle vždy pozorujeme prevládanie modrofialových lúčov. Modré nebo je taktiež výsledok tohto druhu rozptyľovania. Blízke napr. porastené lesom terénne tvary majú sýtu zelenú farbu, vzdialené sú menej intenzívne zelené a najvzdialenejšie sú sfarbené do zelenomodra, zeleno-šedo-modro-fialova, ba najčastejšie u najvzdialenejších hôr vôbec nebadáme zelené odtiene a prevládajú iba šedo-modro-fialové odtiene.

Predstaviteľom novodobého švajčiarskeho spôsobu znázorňovania terénu je E. Imhof, ktorý dôslednejšie využíva prvky vzdušnej perspektívy. E. Imhof taktiež širšie rozpracoval a využil vo svojich prácach tzv. krajinné farby (2, 3). Odpútal sa čiastočne od spôsobu i techniky spracovania terénu, ktorú odporúčal Kümerly a spojil jeho poznatky a závery s bohatým teoretickým materiálom Zieglera, Sydowa, najmä však Peuckera a ďalších. Vytvoril tak hypsometrickú stupnicu farieb, ktorú kombinoval s využitím tieňovaného terénu. Jeho hypsometrická stupnica je zostavená z jemných pomerne málo intenzívnych odtieňov, počínajúc modrozelenými, zelenými, v strede žltozelenými a žltoranžovými a končiac ružovými odtieňmi. Hranice medzi jednotlivými stupňami sú riešené tak, že sa dosť málo od seba odlišujú a vytvárajú značne plynulý prechod od jedných odtieňov k druhým.

Hypsometrická stupnica E. Imhofa je vlastne stupnicou zostavenou podľa princípu „čím vyššie, tým svetlejšie“. Takto sa v novodobej kartografii objavili solídne dôkazy o tom, že najlepšie výsledky pri znázorňovaní terénu možno doceliť použitím osvetľujúcej sa stupnice. Súčasne táto stupnica umožňuje náležite vyniknúť tieňovanému terénu, ktorý, ak je dôsledne vyhotovený podľa zásad vzdušnej perspektívy, umožňuje doceliť krásne výsledky s vysokou plasticitou znázorneného terénu (7).

Bolo by nesprávne ohraničovať zásluhy E. Imhofa len na spôsob znázornenia terénu, ktorý vyjadril vo Švajčiarskom atlase pre stredné školy. Je známe, že pre vyhotovovanie terénnych máp používa i techniku umeleckého maliarstva. Bohaté teoretické poznatky a farebné letecké snímky umožnili mu vytvoriť terén technikou maľby (napr. ukážka terénu z vých. Švajčiarska — príloha č. 10 k publikácii *Kartographische Geländedarstellung*) (3).

Švajčiarsky spôsob znázorňovania terénu je teda značne rozsiahly pojem z technického, ako aj z teoretického hľadiska. Je súhrnom veľkého množstva poznatkov a skúseností, z ktorých mnohé sú v protiklade s doterajšou teóriou chromatickej stereoskopie. Napr. sa v ňom pociťujú pôvodná Peuckerova, Kremlingova a Freytagova teória o vystupovaní a odstupovaní teplých a studených farieb, t. j. že niektoré farby z hľadiska fyziky (optiky) alebo fyziológie zdajú sa ľudskému oku bližšie, či vzdialenejšie. „Červená farba

nie je bližšia než modrá, biela nie je bližšia než čierna, ani čierna nie je bližšia než biela“ (2).

Efekt plasticity (vystupovanie do popredia a odstupovanie do pozadia) závisí iba od farebných a tieňových odstupov vnesených do mapy podľa zásad vzdušnej perspektívy. Všeobecnejšie povedané závisí od využitia prvkov maliarskeho umenia.

Toto tvrdenie, ktoré znamená vlastne zvrat v doterajšom vývoji náuky o farbách z hľadiska ich využitia v kartografii pri znázorňovaní terénu potvrdzujú i práce a výskumy sovietskych kartografov (4, 9).

V značnej izolovanosti od tendencií v západnej Európe veľký vklad do rozvoja farebnej plasticity pri znázorňovaní terénu na mape vniesla i sovietska kartografická škola (Adrianov V. N., Skvorcov P. A., Koldajev P. K.). Kým práce a výskumy V. N. Adrianova a P. A. Skvorcova sa nesú v znamení využitia princípov umeleckého maliarstva, práce a výskumy P. K. Koldajeva využívajú viac kartografické postupy pre spracovanie terénneho rozfarbenia. P. A. Skvorcov tvrdí, že využitie princípov umeleckého maliarstva pri spracovaní máp dáva možnosť získania najvyššej plasticity, teda umožňuje vytvoriť mapu najväčšmi názornú a pochopiteľnú. Pri ďalšom rozvíjaní tejto myšlienky sa snaží, aby územie, ktoré mapa zobrazuje, bolo čo najviac podobné *zovšeobecnenému* koloritu prírodného terénu, aby terén na mape bol podobný terénu v prírode, aby prírodné úkazy, ktoré skutočne existujú, sa nezanedbávali, ale naopak, aby po ich dôkladnom spoznaní využili sa pri zobrazení na mape v celej svojej zložitosti a premenlivosti (9). Kartograf podobne ako umelec musí z týchto úkazov vybrať a zdôrazniť tie, ktoré dopomôžu k maximálne možnému efektu pri znázornení. Je podstatne ľahšie znázorniť popredie a hĺbku obrazu pri maľbe krajiny v perspektívnom zobrazení. Omnoho ťažšie je použiť tie isté princípy, ten istý spôsob a postup pre znázornenie v ortografickom zobrazení, t. j. akoby pri pohľade na terén kolmo zhora.

Podobne ako práce E. Imhofa i práce P. A. Skvorcova, ktoré ostávajú zväčša ako originály doteraz nereprodukované, možno smelo nazvať pokladmi kartografického umenia v súčasnosti.

K takýmto prácam vyhotoveným priamo P. A. Skvorcovom alebo pod jeho vedením patria ručne maľované farebné originály máp, a to Kaukaza (1:500 000), Afriky, Južnej Ameriky (1:6 000 000), Abcházie (1:200 000) atď. Veľmi vysoké ohodnotenie z hľadiska kartografického, ako aj umeleckého zasluhujú si veľké nástenné mapy *Ázijská časť SSSR* a *Európska časť SSSR* (vytvorená r. 1960). V leningradskej Eremitáži sa nachádza jeho známa mapa SSSR, vykladaná drahokamami.

Princípy maliarstva používané pri znázorňovaní terénu vniesli do kartografie nový smer, nové prvky. Kým kartografia sa považovala doteraz v prevažnej miere za technické odvetvie, nové spôsoby znázorňovania terénu ju zaraďujú do oblasti umenia. Mnohé kartografické diela, počínajúc prácami Gygensy, Kümerlyho a končiac prácami Imhofa a Skvorcova, ako aj mnohých ďalších súčasných kartografov, majú vysokú umeleckú úroveň.

ZÁVER

Pre znázorňovanie terénu na mapách sa v súčasnosti u nás v ČSSR používajú prevažne kóty, vrstevnice, hypsometria, tieňovanie a plastické mapy.

Najviac prznostni sa venuje posledným trom spôsobom. Znázornenie terénu na plastických mapách a tieňovanie (najmä fotomechanickým) vo veľkej miere závisí od tendencií a úrovne technických vymožeností, ktoré sú dostupné výskumu a výrobe. Možno s uznaním vyzdvihnúť skutočnosť, že v oblasti plastických máp, ako aj vo fotomechanic-

kom tieňovaní sa u nás dosiahli dobré výsledky. Svedčí o tom celý rad vydaných máp rôznej mierky, formátu a účelu.

Osobitná pozornosť sa venuje i hypsometrii. Pred tromi rokmi sa vyskúšala a osvedčila nová metóda poltónovej hypsometrie na mapách leteckých tratí. Iný variant tejto metódy bol použitý na fyzickej mape Československej socialistickej republiky v *Atlase česko-slovenských dejín* (Praha 1965, vydala Ústredná správa geodézie a kartografie). V súčasnom období sa táto metóda ďalej rozpracúva.

Dúfajme, že československá kartografia svojím osobitným prístupom a charakteristickými zvláštnosťami v otázke znázornenia terénu vyvinie všetko úsilie, aby mohla čo najviac prispieť k riešeniu problémov európskej, ako aj svetovej kartografie v tejto zaujímavej oblasti tvorby máp. Bolo by preto namieste, aby sa problémami znázorňovania reliéfu na mapách zaoberal širší okruh nielen kartografov, ale i geografov.

LITERATÚRA

1. Imhof E., *Der Schweizerischer Mittelschulatlantlas*, 13. vyd., Bern 1962. — 2. Imhof E., *Probleme der kartographischen Geländedarstellung*, Nachrichten aus dem Karten und Vermessungswesen, č. 10, 1959. — 3. Imhof E., *Kartographische Geländedarstellung*. Berlin 1965. — 4. Koldajev P. K., *Primenenije cvetovoj i tenevoj plastiki pri oformlenii i izdании kart*. Trudy Cniigaik, č. 141, 1961. — 5. Nazarov V. N., *Metody i izobrazitelnyje sredstva v kartografii*. Moskva 1962. — 6. Pravda J., *Proizvodstvo reliefnych kart v Česchoslovakii*. Geodezija i kartografija, č. 12, 1964. — 7. Pravda J., *Svejcarskij atlas dla srednich škol*. Geodezija i kartografija, č. 11, 1965. — 8. Sališčev K. A., Gedymin A. V., *Kartografija*. Moskva 1955. — 9. Skvorcov P. A., *O primenenii v kartografii principov živopisi*. Voprosy geografii (kartografija), Sb. 22, 1950. — 10. Wilkerson H. R., *Reliefschummerung durch Photographie von Geländemodellen*, Nachrichten aus dem Karten und Vermessungswesen, č. 10, 1959.

Recenzoval M. Lukniš, J. Krcho

Ян П р а в д а

РАЗВИТИЕ И ПРОБЛЕМЫ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ РЕЛЬЕФА

Рельеф в природе изменяется сравнительно медленно. Однако, история способов его изображения очень богата. С исторической и принципиальной точки зрения различаем четыре способа изображения рельефа: схематический, перспективный, плановой и трех-размерный. В статье более подробно рассматриваются плановые способы, как: отметки высот, штриховка, горизонтали (в том числе и теневые), метод гипсометрии, теневое изображение (отмывка) и комбинированные способы.

В главе „Методы пластического светотеневого изображения рельефа“ рассматриваются основы получения светотеневого изображения. К пластическим методам относим: перспективу, светотень, хроматическую стереоскопию, стереоскопические и анаглифические методы а также метод прямого изображения рельефа на рельефных картах и моделях. Наиболее распространенным является метод светотени. Светотеневое изображение классифицируется с различных точек зрения. С картографической точки зрения важными являются ручные и фотомеханические способы его получения. К ручным относятся: литография на камне, обрызгивание, отмывка, тушевка и метод „темных пластин“.

Особое значение имеют фотомеханические способы получения светотеневого изображения. Эти способы основаны на применении рельефных моделей, на их освещении и фотографировании. Упоминается способ К. Веншова, при котором для устранения деформаций, возни-

кающих за счет центральной проекции при фотографировании применяется фотокамера с длиннофокусным объективом. В США этот метод был улучшен применением т. наз. „Бенч-камеры“, но появляются другие недостатки. В ФРГ применяется метод „геопластик“ — фотографирование прозрачной модели. В Чехословакии применяется метод разработанный инж. Гикишем, при котором предварительно обрызганная (теневая) модель рельефа фотографируется нормальными фоторепродукционными камерами. Отмечается преимущество этого метода и пути его дальнейшего развития и более эффективного его использования.

В главе „Хроматическая стереоскопия“ рассматривается пластическое изображение рельефа с помощью красок (цветов). Приводятся основы воздушной перспективы, которыми необходимо руководиться при разработке карт с цветотеневым изображением рельефа. Появляются два направления в использовании хроматической стереоскопии: первое основано на применении гипсометрического метода, второе на применении принципов художественной живописи. Гипсометрический способ рассматривается как с точки зрения его развития (шкалы Гауслаба, Сыдова, Фрейтага, Пейкера и др.), так и с точки зрения постройки шкал и их изобразительных возможностей. В связи с методом, который использует принципы художественной живописи упоминаются результаты работ Гигенса, Кюмерли, Имгофа и Скворцова. Применением этих принципов, картография в области изображения рельефа приближается к искусству.

В заключении отмечаются методы изображения рельефа, применяемые и далее разрабатываемые в Чехословакии. Главным образом это (кроме горизонталей): получение светотеневого изображения рельефа фотомеханическим путем, рельефные карты и модели, и некоторые новые варианты гипсометрического метода.