

## Bibliografie

1. Cormack R.S. (1976) — *Data delineation and computer techniques for line printer mapping and tabulation*, Uses of soil information systems. Wageningen, Pudoc.
2. Decker G.L., Nielsen G.A. (1971) — *Application of the proposed national cooperative soil survey coding system to soil pedon data in Montana*, Agron. Abstr., nr.73.
3. Dumanski I., Kloosterman B., Brandon S.E. (1975) — *Concepts, objectives and structure of the Canada Soil Information System*, Canadian Journal Soil Science, vol.55, nr.2.
4. John M.K., Lavkulich L.M., Zoost M.A. (1972) — *Representation of soil data for the computerized filing system used in British Columbia*, Canadian Journal of Soil Science, vol.52, nr.3.
5. Johnson C.G. (1975) — *The role of automated cartography in soil survey*, Soil Information Systems. Wageningen, Pudoc, 1975.
6. Lunch L.G. (1980) — *The representation of spatial data by grid cell of polygon*, Information Systems for Soil and Related Data. Proc. 2-nd Australian Meet. ISSS. Canberra, Australia.
7. Madsen H.B. (1986) — *Computerized soil data in agricultural water planning*, Denmark, Soil Use and Management. Vol.2, N 4.
8. Van Luijlen L. (1975) — *Automation in cartography*, Soil Information Systems. Wageningen, Pudoc.
9. \* \* \* (1990) - Атлас Молдавской ССР, Москва.
10. \* \* \* (1988) - Атлас почв Молдавской ССР, Кишинев.
11. \* \* \* (1983) - Автоматизированные информационно-поисковые системы в почвоведении, Обзорная информация, Москва.
12. Линник В.Г. (1990) - Построение геоинформационных систем в физической географии, Москва.
13. Михайлов И.С. (1967) - Морфологическое описание почв (вопросы стандартизации и кодирования), Госстандарт ВНИИМС, Вып. I-IV, Москва.
14. \* \* \* (1971) - Почвенная карта Молдовской ССР, Москва.
15. Почвы Молдавии, Кишинев, том 1 - 1984, том 2 - 1985, том 3 - 1986.
16. Статистические параметры состава и свойств почв Молдавии, Кишинев, ч.1 - 1978, ч.2 - 1981.

Institutul de Geografie al  
Academiei de Științe a Moldovei  
Chișinău

## Modelul numeric al terenului. Determinări geomorfologice

Mircea G. Juc, Ștefan A. Novac, Ghenadie N. Sârdoieiev

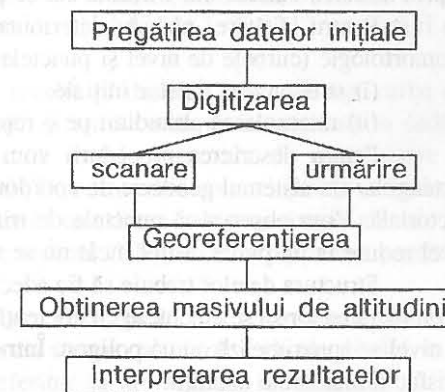
În studiile geografice și geologice contemporane o aplicație tot mai largă și mai variată capătă modelul numeric al terenului, o parte componentă a căruia îl constituie modelul numeric al altitudinii. Prin modelul numeric al altitudinii (MNA) vom înțelege un masiv bidimensional de valori ale altitudinii, ale cărui elemente au o georeferențiere strictă. Ca sursă inițială pentru crearea MNA servesc imaginile satelitare [1] și hărțile topografice [2]. Concepția propusă se bazează pe utilizarea hărților topografice la scară mare.

Modelele numerice se deosebesc prin principiul de repartiție a punctelor, ce definesc suprafața, și, în funcție de forma de prezentare, ele pot fi referite la unul din următoarele patru tipuri [3,4]:

- geometric reglementate, când suprafața este definită prin vârfurile unor figuri geometrice regulate;
- geomorfologic reglementate (analogice), care conțin punctele situate de-a lungul liniilor structurale, de nivel, în locurile extremităților locale ale suprafeței;
- semiregularizate (combinarea primelor două tipuri);
- stochastice.

Datele inițiale determină plenitudinea MNA, iar optimale se prezintă modelele geomorfologic reglementate. În schema de alături este prezentat algoritmul de creare a MNA.

Pregătirea și transformarea datelor de pe hărțile topografice într-o formă adecvată pentru crearea automatizată a MNA este o problemă dificilă și de răspundere; este esențială o precizie satisfăcătoare a informației trasate și o corespondență univocă dintre imaginea liniei și reprezentarea ei în formă numerică (vectorială). Georeferențierea informației



vectoriale constă în recalcularea coordonatelor tuturor punctelor în conformitate cu proiecția și unitatea de măsură acceptată. Masivul de altitudini, care va fi obținut, reprezintă, de fapt, un model geometric reglementat, convenabil pentru determinări geomorfologice.

Pentru utilizarea în procesul creării MNA atât a coordonatelor geodezice, cât și a celor metrice, este necesară procedura de trecere de la unele la altele. Calculele se efectuează pentru elipsoidul Krasovski [5] în proiecția Gauss-Krüger, care este un caz particular ( $k=1.0$ ) al proiecției transversale Mercator.

Coordonatele colțurilor hărții topografice împreună cu coordonatele locale respective, obținute în procesul digitizării, constituie datele necesare și suficiente pentru georeferențierea imaginii cartografice. Într-adevăr, matematic georeferențierea constă în transformarea de coordonate ale unui domeniu. În cazul când se alege sistemul metric de coordonate, această transformare va fi liniară. Funcțiile ce realizează transformarea vor fi, de asemenea, liniare după fiecare din variabilele independente și, deci, ele pot fi scrise în forma:

$$\begin{aligned} x(\xi, \eta) &= \alpha_0 + \alpha_1(\xi - \xi_0) + \alpha_2(\eta - \eta_0) + \alpha_3(\xi - \xi_0)(\eta - \eta_0), \\ y(\xi, \eta) &= \beta_0 + \beta_1(\xi - \xi_0) + \beta_2(\eta - \eta_0) + \beta_3(\xi - \xi_0)(\eta - \eta_0), \end{aligned} \quad (1)$$

unde  $\xi, \eta$  — coordonatele punctului în sistemul local de coordonate;  $x, y$  — coordonatele metrice căutate.

La determinarea coeficienților necunoscuți  $\alpha, \beta$  se vor folosi coordonatele cunoscute ale colțurilor planșetei în condițiile determinării lor exacte prin formulele (1). Transformarea (1) va fi biunivocă, dacă  $\alpha_1/\beta_1 \neq \alpha_2/\beta_2$ .

Organizând datele pe unitățile de memorie magnetică, va fi luat în considerație volumul lor considerabil (mai ales în cazul utilizării unor hărți la scară mare). Acesta poate fi redus prin excluderea numărului excesiv de puncte, păstrând precizia necesară, și prin stocarea datelor într-o formă cât se poate de compactă.

Pentru fiecare planșă determinarea altitudinii, pornind de la modelul geomorfologic (curbele de nivel și punctele de triangulație), constă din două etape:

- (i) structurarea datelor inițiale;
- (ii) interpolarea altitudinii pe o rețea regulată.

Pentru descrierea procedurii vom defini domeniul de lucru, ca un înveliș rectangular (în sistemul geodezic de coordonate) care conține curbele de nivel în formă vectorială. Vom observa că punctele de triangulație pot fi considerate drept curbe de nivel reduse la un punct, astfel încât nu se va face deosebire între ele.

Structura datelor trebuie să fie adecvată, adică soluționarea problemelor, legate de prelucrarea lor să se efectueze cu eficiență maximă. În formă vectorială, fiecare curbă de nivel se aproximează cu un poligon. Într-adevăr, conform definiției, curbele de nivel satisfac următoarele condiții:

- (i) sunt închise (curbele de nivel deschise, adică care continuă în afara domeniului de lucru, pot fi închise de-a lungul cadrului rectangular;

(ii) nu se intersectează.

În acest caz, mulțimea curbelor de nivel (închise) din cadrul domeniului de lucru poate fi parțial ordonată conform includerii [6]. Astfel se generează arborele de incluziune (fig.1), a cărui rădăcină corespunde conturului domeniului de lucru, iar vârfurile (nodurile) - curbelor de nivel.

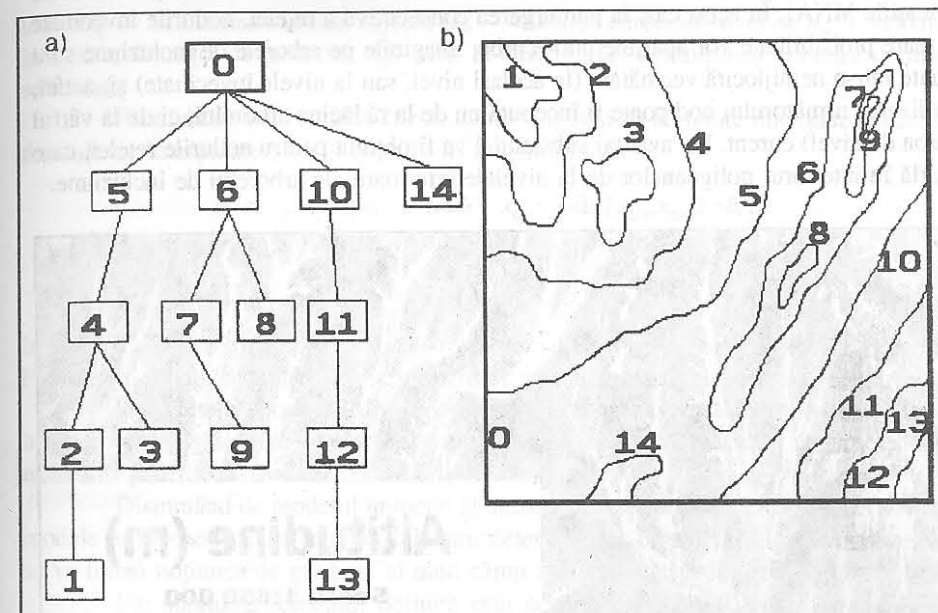


Fig. 1 Arborele ierarhic (a) și imaginile vârfurilor lui pentru un fragment al modelului analogic (b).

În figura 1, prin cifre sunt indicate: 0 — rădăcina arborelui; 5, 6, 10, 14, — vârfuri de nivelul unu; 4, 7, 8, 11 — vârfuri de nivelul doi; 2, 3, 9, 12 — vârfuri de nivelul trei; 1, 13 — vârfuri de nivelul patru.

Din proprietățile curbelor de nivel rezultă că dacă un punct al unei curbe de nivel este cuprins în cadrul altei curbe, atunci și toată curba va fi conținută în cadrul acesteia și invers. Această afirmație permite a folosi metoda de determinare a apartenenței unui punct, interiorul poligonului [7] pentru cercetarea relației de incluziune dintre două curbe de nivel. Metoda propusă este una dintre cele mai simple metode de formare a arborelui de incluziune, și este de ordinul  $O(N)$ , unde  $N$  reprezintă numărul de vârfuri ale poligonului.

În etapa următoare, domeniul de lucru se acoperă cu o rețea rectangulară (în coordonate metrice) regulată în nodurile căreia se vor calcula altitudinile. Nodul va fi localizat, adică va determina poziția lui referitor la arborele de incluziune și se va interpola valoarea altitudinii prin valorile curbelor de nivel respective. Localizarea

nodului constă în determinarea curbei (poligonului) minimale  $M$  conform relației de incluziune, ce conține acest nod și a tuturor curbelor maximale, ce conțin pe  $M$  și, în același timp, nu conțin nodul dat.

Timpul necesar pentru localizarea tuturor nodurilor de pe rețea este considerabil și aici este oportună o optimizare a algoritmului. Pare rezonabil să determinăm altitudinile o singură dată pe o rețea destul de densă (satisfăcătoare pentru toate aplicațiile MNA). În acest caz, la parcurgerea consecutivă a rețelei, nodurile învecinate cu mare probabilitate vor aparține unor curbe, imaginile pe arborele de incluziune sunt situate într-o nemijlocită vecinătate (la același nivel, sau la nivele învecinate) și, astfel, localizarea următorului nod poate fi începută nu de la rădăcina arborelui, ci de la vârful (curba de nivel) curent. Un avantaj substanțial va fi obținut pentru nodurile rețelei, care se află în interiorul poligoanelor de la nivelele inferioare ale arborelui de incluziune.

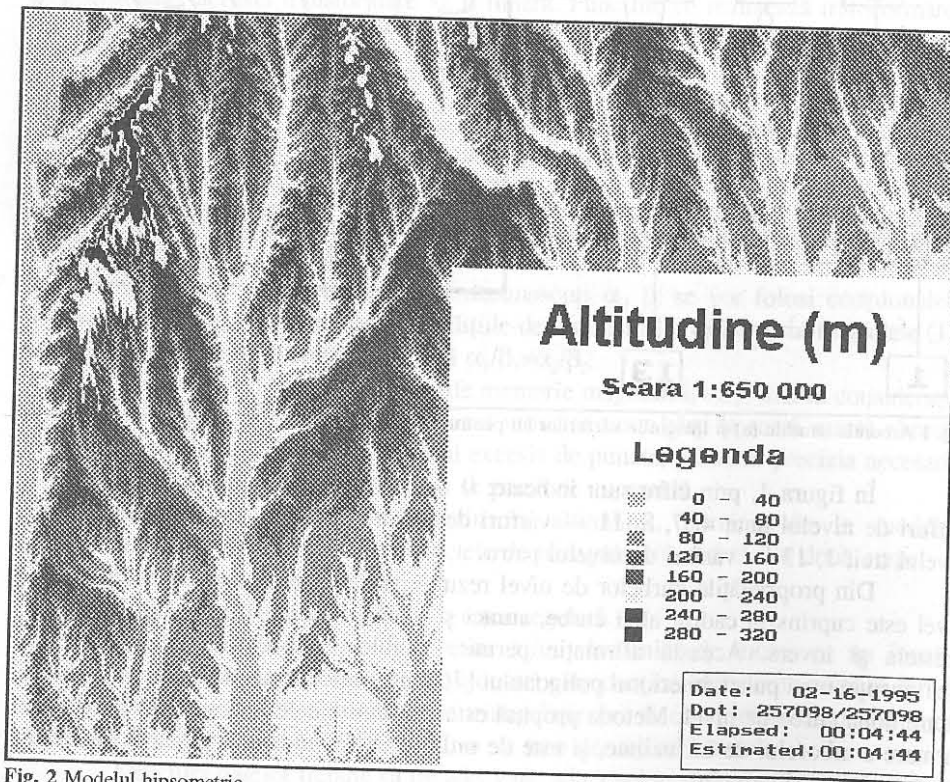


Fig. 2 Modelul hipsometric

În continuare altitudinea se va interpola prin valorile curbelor de nivel selectate. Pentru aceasta se vor determina distanțele minimale de la nod până la curbele respective și se va aplica formula [8]:

$$H_{ij} = \frac{\sum_{m \in \Omega} p_m^2 H_m}{\sum_{m \in \Omega} p_m^2}, \quad (2)$$

unde  $H_{ij}$  — altitudinea în nodul rețelei,  $H_m$  — valoarea curbei de nivel  $m$ ,  $p_m$  — valoarea inversă a distanței de la nodul  $(i,j)$  până la curba  $m, \Omega$  — mulțimea curbelor de nivel selectate.

Formula de interpolare (2) este de tip Gauss și dă rezultate mai bune decât alte formule de interpolare [9,10]. Nodul  $(i,j)$  are coordonatele:

$$x_i = x_0 + (i-1)h, \quad \text{unde } x_0 = \min\{x_{SW}, x_{NW}\} + h/2;$$

$$y_j = y_0 + (j-1)h, \quad \text{unde } y_0 = \min\{y_{SW}, y_{SE}\} + h/2.$$

Indicii  $SW, NW, SE$  reprezintă colțurile respectiv sud-est, nord-vest, sud-est ale planșetei. Parametrul rețelei  $h$  depinde de scara hărților și necesitățile utilizatorului.

Rezultatele formării MNA pot fi interpretate în formă de hărți hipsometrice (fig.2), care servesc ca bază pentru separarea complexelor morfologice ale reliefului și determinarea caracteristicilor lor cantitative.

Disponând de modelul numeric al altitudinii, este posibilă crearea unei serii de modele morfometrice ale terenului. Pentru determinarea caracteristicilor morfometrice se va folosi noțiunea de gradient al unui câmp scalar și sensul lui geometric.

Fie suprafața terenului definită prin ecuația  $z-H(x,y)=0$ , unde  $x,y$  reprezintă coordonatele planare, iar  $z$  — altitudinea. Gradientul suprafeței va avea următoarea expresie:

$$g = \{g_x, g_y, g_z\} = \nabla\{z-H(x,y)\} = \left\{ -\frac{dH}{dx}, -\frac{dH}{dy}, 1 \right\}$$

Fie  $i = 1, \dots, n_x$  — indexul coloanelor,  $j = 1, \dots, n_y$  — indexul liniilor rețelei. Atunci pentru calcularea componentelor gradientului cu precizia de ordinul doi se vor folosi formulele de aproximare:

$$g_{x,ij} = -\frac{H_{i+1,j} - H_{i-1,j}}{2h}, \quad g_{y,ij} = -\frac{H_{i,j+1} - H_{i,j-1}}{2h}, \quad g_{z,ij} = 1,$$

pentru  $i=2, \dots, n_x-1, j=2, \dots, n_y-1$ . În nodurile de frontieră se vor folosi formulele:

$$g_{x,ij} = \frac{-3H_{1j} + 4H_{2j} - H_{3j}}{2h}, \quad g_{x,n,j} = \frac{3H_{n,j} - 4H_{n-1,j} + H_{n-2,j}}{2h},$$

$$g_{y,i,1} = \frac{-3H_{i,1} + 4H_{i,2} - H_{i,3}}{2h}, \quad g_{y,i,n_y} = \frac{-3H_{i,n_y} - 4H_{i,n_y-1} + H_{i,n_y-2}}{2h}.$$

Indicii mai des utilizați pentru caracterizarea reliefului (suprafeței terestre) în analiza obiectivă și clasificarea formelor specifice sunt panta și expunerea. Determinarea pantei prin metode clasice este o problemă dificilă și se efectuează pentru areale destul de mari utilizând hărți topografice detaliate. Folosind sensul geometric al gradientului, panta  $\varphi$  (în radiani) a suprafeței este:

$$\varphi = \text{Arctan} \sqrt{g_x^2 + g_y^2}$$

În funcție de scopul propus la construirea modelului cartografic al unghiurilor de înclinare a suprafeței, se va alege scara corespunzătoare. În fig.3a este prezentat modelul respectiv al unui teren în scopul aprecierii lui pentru diferite activități agricole.

Definiția gradientului poate fi utilizată și la determinarea expunerii (orientării suprafeței față de punctele cardinale), care este necesară, de exemplu, pentru evaluarea repartițiilor caracteristicilor energetice ale microclimei, în primul rând a radiației solare și bilanțul termic (fig.3b). Pentru calcularea expunerii se va aplica formula:

$$\varepsilon = \text{Arctan} \left( \frac{g_y}{g_x} \right)$$

Direcția pozitivă a axei x corespunde expunerii estice, cea negativă — expunerii vestice. Dacă  $g_x=0$  se va cerceta semnul componentei  $g_y$ : dacă valoarea ei va fi pozitivă, atunci expunerea va fi nordică, dacă va fi negativă, atunci expunerea va fi sudică. Dacă valorile  $g_x, g_y$  sunt neglijabile, atunci suprafața respectivă este practic orizontală (în imagine acestea sunt redată în culoarea ce corespunde literei O). În practică, expunerea se evaluează după patru sau opt sectoare în conformitate cu următoarele reguli:

a) după patru sectoare —

dacă  $\frac{4}{7}\pi \leq \varepsilon$  sau  $\varepsilon < \frac{3}{4}\pi$ , atunci expunerea este spre est (E);

dacă  $\frac{1}{4}\pi \leq \varepsilon < \frac{3}{4}\pi$ , atunci expunerea este spre nord (N);

dacă  $\frac{3}{4}\pi \leq \varepsilon < \frac{5}{4}\pi$ , atunci expunerea este spre vest (W);

dacă  $\frac{5}{4}\pi \leq \varepsilon < \frac{7}{4}\pi$ , atunci expunerea este spre sud (S);

b) după opt sectoare —

dacă  $\frac{15}{8}\pi \leq \varepsilon$  sau  $\varepsilon < \frac{1}{8}\pi$ , atunci expunerea este spre est (E);

dacă  $\frac{1}{8}\pi \leq \varepsilon < \frac{3}{8}\pi$ , atunci expunerea este spre nord-est (NE);

dacă  $\frac{3}{8}\pi \leq \varepsilon < \frac{5}{8}\pi$ , atunci expunerea este spre nord (N);

dacă  $\frac{5}{8}\pi \leq \varepsilon < \frac{7}{8}\pi$ , atunci expunerea este spre nord-vest (NW);

dacă  $\frac{7}{8}\pi \leq \varepsilon < \frac{9}{8}\pi$ , atunci expunerea este spre vest (W);

dacă  $\frac{9}{8}\pi \leq \varepsilon < \frac{11}{8}\pi$ , atunci expunerea este spre sud-vest (SW);

dacă  $\frac{11}{8}\pi \leq \varepsilon < \frac{13}{8}\pi$ , atunci expunerea este spre sud (S);

dacă  $\frac{13}{8}\pi \leq \varepsilon < \frac{15}{8}\pi$ , atunci expunerea este spre sud-est (SE).

Interpretarea înclinărilor și expunerilor suprafeței terestre permite obținerea modelelor cartografice, care găsesc aplicare în cercetările geomorfologilor, pedologilor, climatologilor, hidrologilor ș.a. Trebuie subliniată necesitatea acestor modele și ale derivatelor lor în scopurile aprecierii geocologice a teritoriului.

## Bibliografie

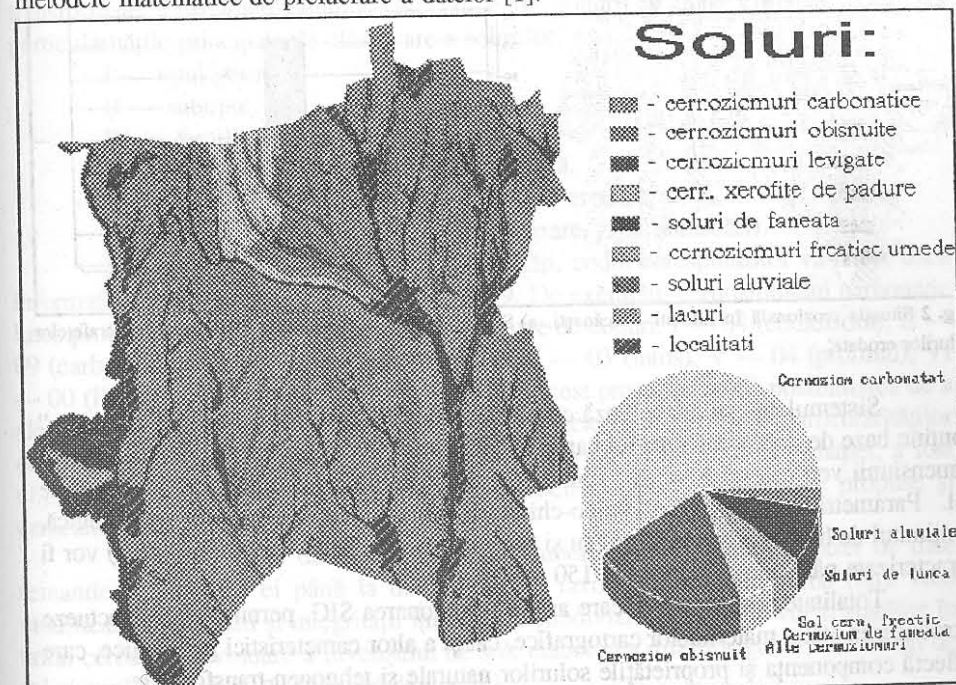
1. Juc M., Novac Șt. (1993) — *Unele aspecte ale elaborării modelului numeric al terenului*, Materialele conferinței tehnico-științifice „Informatica și tehnica de calcul”, Chișinău, p. 11-13.
2. Lin C.C., Chen A.J., Chern D.C. (1986) — *New approach to semi-automatically generated digital elevation data by using a vidicon camera*, Proc. 7<sup>th</sup> Symposium of Remote Sensing, Enschede, 1986, Rotterdam; Boston, p. 51-55.
3. Pevsner S. (1989) — *Image processing in a GIS*, Remote Sensing Oper. Apl.: Techn. Contents 15 Annu. Conf. Remote Sensing Society, Bristol, 13-15 Sept., Nottingham p. 323-330.
4. Агиштейн М.Э., Мигдал А.А. (1989) — Как увидеть невидимое?, Эксперимент на дисплее: Первые шаги бычислительной Физики. М.: Наука, с. 141-170.
5. Берлянт А.М., Кошель С.М., Мусин О.Р., Суетова И.А. (1991) - Опыт создания глобальной цифровой базы.
6. Васмут А.С., Бугаевский Л.М., Портнов А.М. (1991) - Автоматизация и математические методы в картосоставлении, Недра, 391с
7. Ганьшин Б.Н., Купчинов И.И., Лебедев С.М. и др. (1967) - Инженерная геодезия, Недра, 364с.
8. Кадетов О.К., Леонтьев В.А. (1990) - Формы рельефа и особенности их отражения при построении матричной модели местности, Известия Вузов. Геодезия и аэрофотосъемка, No.1. С.144-145.
9. Константинова Т.С., Жук М.Г., Коробов Р.М. (1994) - Проблемы и перспективы создания геоинформационной системы Молдобы, Buletinul Academiei de Științe a Republicii Moldova. Științe biologice și chimice, nr.1. p.3-9.
10. Лисицкий Д.В. (1988) - Основные принципы цифрового картографирования местности, Недра, 261с.
11. Препарата Ф., Шеймос М. (1989) - Вчислительная геометрия: ведение, Мир, 478с.
12. Яковлев Н.В., Беспалов Н.А., Гумов В.П. и др. (1982) - Практикум по высшей геодезии, Недра, 368с.

Institutul de Geografie al  
Academiei de Științe a Moldovei  
Chișinău

## Conținutul și funcționarea blocului pedologic în subsistemul „Solurile”

A.V. Overcenco, V.A. Oleinic

Metodele tradiționale de colectare și păstrare a informației pedologice nu mai corespund cerințelor contemporane. Necesitatea formării structurii unice de caracteristici pedologice în sistemul general de date geografice devine actuală. Unul din mijloacele efective a organizării fluxului informațional devine calculatoarul electronic împreună cu metodele matematice de prelucrare a datelor [1].



Noțiunea de asigurare informațională include totalitatea datelor cantitative (numerice) și calitative (textuale) despre sol și condițiile lui de evoluție, acumulate în decursul dezvoltării științei și permanent reînnoite cu rezultatele cercetărilor [2]. Ca