

## ECOLOGIA LANDȘAFTULUI (PRINCIPIILE ȘI METODELE CERCETĂRII)

Vasile N. GUȚULEAC

Cuvinte-cheie: ecologie, lanșaft.

Key words: ecology, landscape.

**The Landscape Ecology (principles and methods).** The textbook deals with the principles and methods of the applied landscape geochemical research for the ecological purposes; the issues of eco-geochemical of the anthropogenic landscapes, method issues of the integral estimate of their ecological state, cartography etc. (by the example of the Cernivtsy region and South Moldova).

Situația landschafturilor selitebe se studiază intens în multe țări și, practic, s-a constituit ca o direcție științifică separată. În legatură cu poluarea tehnogenă accentuată a mediului ambiant, orașele industriale devin din ce în ce mai des obiective de evaluare ecologică. Actualitatea acestei orientări științifice necesită elaborarea bazei ei metodologice.[1]. O asemenea metodologie ne-o oferă *geochimia landschaftului*. Un rol important îl au metodele concrete ale acestei științe, terminologia ei. În orașe, ca și în landschafturile naturale, e necesar să se cerceteze migrarea apei, a aerului și a circuitului biologic al atomilor. Concomitent, trebuie să se ia în considerație faptul, că orașele sunt constituie din diferite sisteme landschaftice (și geochimice) – selitebe, industriale, de recreație etc. care au un anumit rol funcțional.

Analiza geochimică a zonelor urbane trebuie să se efectueze în trei aspecte: studierea migrării elementelor chimice, a caracteristicilor energetice și informative ale acestor procese. O importanță deosebită o are analiza gradului de echilibru al landschafturilor urbane. Orașul este un sistem foarte dezechilbrat, mult mai dezechilbrat decât cel natural. Landschaftul urban are multă energie liberă. Pentru sistemele urbane sunt caracteristice legăturile inverse, însă, cele pozitive le depășesc pe cele negative. Acestea determină în permanență ritmul de dezvoltare a landschaftului într-o direcție nefavorabilă (poluarea mediului). O problemă de optimizare a landschaftului urban constă în amplificarea legăturilor inverse negative care duc la autoorganizarea lor. Pentru studierea geochimiei orașelor trebuie să se utilizeze principiul lui Le-Satelle, principiul centralizării (determinarea centrului structural al landschaftului urban, rezolvarea problemelor de dirijare a proceselor).

La utilizarea metodelor geochimice în cercetarea landschafturilor urbane este important faptul că, curenții tehnogeni ai substanței se dispersează, se acumulează și se transformă prin intermediul componentelor naturale.

Pentru stabilirea legăturilor dintre procesele enumerate mai sus este necesară analiza compoziției chimice a depunerilor (sedimentele de fund, solurile, straturile de zăpadă, de vegetație), de asemenea, și a factorilor naturali ai poluării și autopurificării landschafturilor. Este necesar, ca evaluarea gradului de poluare a componentelor mediului urban, să se efectueze, luând în considerație structura landschafto-geochimică laterală și radiară de fond. De asemenea, trebuie studiată structura spațială a poluării, diferențierea teritoriului după gradul de pericol ecologic, ceea ce este o problemă fundamentală a geochimiei aplicative. De aceea, în această lucrare se utilizează următoarele unități taxonomice ale structurii anomaliilor: nucleul aureola, nodul aureolei, câmpul geochimic.

Proprietățile morfologice ale anomaliilor geochimice, într-o mare măsură sunt determinate de condițiile landschaftice ale teritoriului. Astfel, anomaliile agrogene, morfologia aureolei se determină cu ajutorul rozei vânturilor care predomină în localitatea dată. Dimensiunile anomaliilor se corelează cu intensitatea emiterilor și substanțelor poluante. În decursul evaluării gradului de poluare este important să se ia în considerație structura

landschaftică a teritoriului. De exemplu, nu se recomandă amplasarea întreprinderilor care elimină substanțe poluante în atmosferă, în zona complexelor de terase și fundul văilor, deoarece aici sunt frecvente fenomenele de inversiune termică, vreme calmă, ceață etc.

Un rol important în formarea situației ecologice (poluare și autopurificare) a landschafturilor urbane îl au factorii naturali și antropici. Printre factorii climaterici evidențiem două grupuri: 1) care determină intensitatea metabolismului produselor tehnogenezei (suma radiației solare, ultraviolete, regimul termic și de ozon al atmosferei (ozonul contribuie la oxidare); 2) care determină intensitatea deplasării și acumulării produselor tehnogenezei (viteza medie multianuală a vântului, numărul de zile cu vreme calmă, cu ceață, cantitatea de precipitații). Se întocmesc hărțile climaterice ale orașului conform fiecărui indiciu, de asemenea – și o hartă sinteză (a raionării) a factorilor climaterici.

Printre factorii geologo-geomorfologici principali se evidențiază: gradul de eroziune al reliefului și direcția de înclinare a suprafeței care determină intensitatea și caracterul distribuirii produselor tehnogenezei în curentul de apă; nivelul apei freatice și gradul ei de protecție prin intermediul orizonturilor impermeabile; compoziția granulometrică și mineralogică a rocilor, proprietățile lor chimice etc. (în schema raionării geomorfologice, pentru fiecare raion, putem prezenta un număr de factori ai autopurificării).

Un factor important, care determină stabilitatea landschaftului la poluare pedo-geochimică, îl constituie proprietatea solului de a juca rolul unui tampon. Deplasarea poluanților activi se determină prin capacitatea de absorbire a solului (care depinde de compoziția mecanică și conținutul humusului), condițiile alcalino-acide și de oxido-reducere (tab. 1)

**Tab. 1.** Mobilitatea elementelor biochimic-active ale tehnogenezei din soluri în conformitate cu condițiile acido-alcaline și de oxido-reducere.

Condițiile		Mobilitatea <sup>1</sup>		
Acido-alcaline	De oxido-reducere	Foarte slabă	Moderată	Intensă
Acid	De oxidare	— Mn, Mo	<u>Pb, Ag, Se</u> Co, Ni, Cu, V	<u>Co, Mn</u> Cu, Zn
Acid	De reducere	<u>As, Se,</u> <u>Mo, V</u>	<u>Pb, Cd,</u> <u>Ni, Co, Cu, Zn,</u> <u>Cr</u>	—
Slab acid și neutru	De oxidare	<u>Pb</u>	<u>Cd,</u> Mo, Cu, Co, Ni, Cr	<u>As, Se</u> Zn, V
Slab acid și neutru	De reducere	<u>Pb</u> Mo	<u>Cd, As, Se,</u> V, Cu, Zn, Co, Ni, Cr	—
Alcalin	De oxidare	<u>Pb</u> Co	— Cd, Cu, Zn	<u>As, Se</u> V, Cr, Mo,
Alcalin	De reducere hleic	<u>Pb, Cd</u> Cu, Zn, Co	<u>As, Se,</u> Mo, V, U, Ag	<u>Mg,</u> Ni
Alcalin	De reducere sulfurat	<u>Pb, Cd, Se, As</u> Cu, Zn, Co, Ni, V, U	— Cr, V, U, Mo	—

Notă: numărător – elementele foarte toxice; numitor – mai puțin toxice.

Factorii naturali de bază care determină caracterul autopurificării landschaftului sunt prezentați în tabelul 2.

**Tab. 2.** Sistematizarea factorilor de autopurificare ale diferitelor medii naturale.

<b>Atmosfera</b>	<b>Apele freatice și de suprafață</b>	<b>Solurile</b>
Temperatura aerului	Temperatura apei	Temperatura stratului superficial al solului
Radiația solară	Radiația solară	Radiația solară
Cantitatea de precipitații	Cantitatea de precipitații	Cantitatea de precipitații
Vântul	Viteza curentului de apă	Caracterul și intensitatea circuitului biologic
Numărul de zile cu timpul frumos	Condițiile de oxido-reducere și alcalino-acide	Condițiile de oxido-reducere (Eh) și de alcalino-acide (pH)
Inversiunile termice în stratul de jos al atmosferei	Compoziția mecanică și mineralogică a solului și a rocii de bază	Conținutul humusului și compoziția lui cantitativă
Activitatea fotosintezei a biocenozelor	Caracterul stratificării apelor freatice	Compoziția mecanică a solului
Înălțimea și densitatea arborilor	Activitatea biochimică a substanței vii	

Deci, factorii landschafto-geochimici, care se manifestă în urma proceselor tehnogenezei, determină rezistența poluării și autopurificarea landschafturilor antropice.

*Determinarea și evaluarea ponderii geochimice (gradul de poluare chimică) asupra landschaftului urban.* Această pondere provine din sursele poluării (emiterile, apele de canalizare, reziduurile solide, deșeurile etc.). Practic, deocamdată nu putem să determinăm influența lor directă asupra mediului ambiant. Există, însă, metode intermediare de evaluare.

Pentru generalizarea evaluării emiterilor se utilizează datele despre concentrarea și distribuția prafului atmosferic care s-a depus deasupra stratului de zăpadă. Pentru evaluarea scurgerilor de apă murdară se studiază grupele principale ale surselor de poluare a apei: 1) acumularea în râuri și lacuri a apelor, relativ curate, provenite din întreprinderi; 2) acumularea apelor de colectare, poluate în urma unui contact cu obiectele mediului (construcțiile și blocurile, suprafețele asfaltate, solurile poluate, locurile de depozitare a deșeurilor etc.); 3) admisia apelor de canalizare trecute prin instalații de purificare a apelor orașului. Printre deșeurile solide le putem menționa pe cele menajere, cenușa, zgura, sedimentele de fund.

Toate tipurile de izvoare ale elementelor chimice se studiază sincron pentru aceleași teritorii urbane. Evaluările sunt exprimate în trei forme: 1) în masa elementelor chimice care revin unei unități de suprafață într-o unitate de timp; 2) în masa elementului chimic care revine unei persoane de-a lungul unei perioade de timp; 3) coeficientul creșterii ponderilor în zona urbană, în comparație cu ponderea de fond ( $K_C$ ).

Ca valoare de fond sunt acceptate: a) pentru praful atmosferic – masa prafului atmosferic de la o distanță de 90-100 km de zona urbană, cu o concentrare a elementelor chimice care este egală conținutului elementelor din solul cel mai bogat în aceste elemente – în cernoziomuri, deoarece în condițiile ponderii de fond, compoziția prafului atmosferic, în general, se formează din particole de sol; b) pentru scurgerea de suprafață – compoziția elementelor chimice ale apei de pe aceleași suprafețe care s-au aflat sub influență antropică; c) pentru deșeurile solide – valorile de clarc ale elementelor chimice în volumul deșeurii cercetate (este foarte relativ, deoarece în natură, practic, astfel de produs nu există).

Evaluarea admiterii elementelor chimice în apă prin scurgerea (debitul) lichidă și solidă (din diferite surse de poluare ale teritoriului dat) se calculează prin cantitatea elementelor preluate de apă de pe o suprafață de 1 km<sup>2</sup> într-un an. Se ia debitul elementelor chimice

determinat pentru fiecare curent care traversează zona industrială și este amplasat pe toată suprafața teritoriului zonei industriale. Admisiunea medie anuală a elementelor se exprimă în  $\text{kg}/\text{km}^2$ . De asemenea, se calculează ponderea lor medie anuală asupra unei persoane. Bilanțul acumulării elementelor chimice prin scurgerile de suprafață, într-un oraș mare include scurgerea: a apelor de fond, a apelor industriale, relativ curate, din canalizare și din colectoare.

Să menționăm faptul, că pentru un număr mare de orașe au o concentrare mare: Cu, Zn, Ni, Mn (coeficienții de concentrare sunt între 2,5 și 7), de asemenea – Mo, Co, Sr, Li etc. Este determinată următoarea serie de pondere absolută (în emanații, scurgere, deșeuri solide): Cd-Mo-Sn-Co-W-Ni-Pb-Cu-Cr-Zn. Această serie de elemente seamănă cu seria de distribuție a clarcurilor.

Un furnizor tehnogen important de elemente chimice în apa rețelei hidrografice este scurgerea apei de colectare – spălarea elementelor chimice de pe diferite suprafețe (prin această scurgere sunt captate: până la 85% de Zn, 68% de Pb, 50-60% de Cd, Cu, Mn, aproximativ 40 % de Mo, Ni. Sedimentele provenite prin epurarea fizico-chimică a scurgerii industriale conțin cantități importante de Ni, Cd (cca. 40%), Sn – (30%). Acumulările provenite din canalizare conțin Cr, Sn, Cd, Ag etc. (acestea se determină după ce scurgerea trece prin instalațiile de purificare).

Deșeurile solide din zonele tehnogene sunt cele mai semnificative surse de acumulare a elementelor poluante în mediu (conform coeficienților de concentrare capacitatea cea mai mare de acumulare este caracteristică pentru elementele: Cu, Zn, Cd, Mo, Cr, Ni, Pb, W, Ag, Sn). Aceasta este sursa localizată de polarizare (prin deșeurile casnice, praf etc.).

Deci, deșeurile solide, după masa absolută a acestora, reprezintă cea mai importantă sursă de furnizare a elementelor chimice în mediul înconjurător. Conform indicilor relativi ai ponderii, cele mai însemnate sunt caracteristice emiterilor în atmosferă, iar cele mai mici – ale scurgerilor.

Printre *procedeele metodice de evaluare a ponderii geochimice* asupra mediului landschaftului se utilizează frecvent analiza coeficienților și a indicilor geochimici. Acesta este coeficientul de concentrare sau de anomalie a elementelor chimice ( $K_C$ ), clarcul de concentrare ( $K_k$ ), indiciile sumare ale poluării ( $Z_C$ ). În cazul când suma ponderii (influenței) antropice depășește gradul de rezistență al landschaftului, adică posibilitatea de autopurificare, apar situații ecologice acute.

Coeficientul de concentrare este raportul dintre cantitatea reală a substanței din componentul natural și cantitatea ei de fond,  $K_k$  – în raport cu clarcul lui din litosferă.  $Z_C$  este suma coeficienților de concentrare a substanțelor chimice. Numărul de elemente ce se adună în dependență de valoarea lor ecologică, de rezultatul analizei etc., (frecvent se adună cca. 15 elemente, în special, cele ale metalelor grele).

Mai jos prezentăm formulele de calcul ale gradului de concentrare și de intensitate a poluării componentelor naturale și ale landschaftului în ansamblu.

Coeficientul de concentrare a elementului chimic ( $i$ ) în raport cu fondul lui natural este:

$$K_{Ci} = C_i/C_f$$

unde,  $C_i$  – concentrarea elementului în componentul landschaftului;  $C_f$  - fondul lui natural (concentrarea).

Clarcul de concentrare ( $K_k$ ) a elementului este:

$$K_{ki} = C_i/K_i$$

unde,  $K_i$  clarcul, adică cantitatea medie a elementului în scoarța terestră (% masă).

Indicele sumar al poluării componentului natural (ISP) sau  $Z_C$  este:

$$Z_{Cj} = \sum K_{Ci} - (n - 1),$$

unde,  $n$  - numărul elementelor chimice (Se adună elementele ca au  $K_{Ci} \geq 1$ ),  $j$  – componentul landschaftului

Indicele sumar al clarcurilor de concentrare a elementelor în componentul natural este:

$$Z_{kj} = \sum K_{ki} - (n - 1),$$

Indicele sumar al poluării landschaftului ( $Z_{cl}$ ) cu elemente chimice este:

$$Z_{cl} = \sum Z_{cj},$$

unde, l - landschaftul;

j - componentul landschaftului;

m - numărul componentelor mediului landschaftic (de regulă, este în număr de 4: soluri, aer, apă, biomasă).

*Determinarea gradului pericolului de poluare a landschaftului cu substanțe chimice.* Din punctul de vedere igienic, pericolul poluării landschaftului este determinat de nivelul influenței negative posibile a acestei poluări asupra mediului (componentele cărora au un contact direct - aerul, apa, solurile, produsele alimentare) și, respectiv, asupra omului. Criteriul de bază al evaluării igienice al pericolului de poluare este concentrația maximă admisibilă (CMA) a substanțelor chimice din componentele landschaftului. La determinarea influenței poluării asupra sănătății omului se utilizează coeficientul pericolului elementului chimic ( $K_{pi}$ ). Aceasta se determină prin raportul dintre cantitatea substanței din componentele landschaftului care se analizează și concentrația maximă admisibilă ( $K_p = C_i / CMA$ ). Indicele sumar al pericolului poluării se determină prin suma indicilor  $K_p$ .

Pentru evaluarea situației ecologice, de asemenea, se utilizează indicele intensității poluării componentului natural ( $P_j$ ) și indicele integral al pericolului ecologic al landschaftului ( $I_p$ ), în unități convenționale (Guțuleac, 1993). Acesta se determină prin următoarele formule:

$$P_j = \sum K_{ci} M_i,$$

$$I_p = \sum P_j T_j,$$

$K_{ci}$  - coeficientul de concentrare al elementului chimic (i);

M - valoarea toxică a elementului chimic (conform clasei pericolului) 4,1 și mai mult - clasa I; 2,6 - 4, clasa a II; 0,5 - 2,5, clasa a III; mai puțin de 0,5, clasa a IV; m - numărul componentelor landschaftului; n - numărul elementelor chimice care se iau în considerație;  $T_j$  - indicele translocațional al pericolului, prezentat în unități convenționale (pentru soluri - 2, aer - 3, ape freatice - 4, biomasă - 5). indicele  $P_j$  și  $I_p$  sunt importanți la evaluarea situației ecologice.

Utilizarea formulei prezentate ne dă posibilitatea să luăm în considerație importanța ecologică a componentelor landschaftului și acțiunea sinergetică a elementelor chimice care formează condițiile de viață și de sănătate ale populației. Sunt amenințate de un mare pericol, de exemplu, complexe landschaftice ale zonei centrale din orașul Cernăuți ( $I_p = 70-130$ ), ceea ce confirmă concluzia referitoare la încordarea ecologică și necesitatea adoptării unor măsuri de sanare a teritoriilor urbane respective.

Prin urmare, pentru evaluarea situației ecologice este important indicele integral al pericolului pe care îl prezintă situației ecologice în landschaft, care este elaborat și se bazează pe analiza conjugată și totalitatea indicilor parțiali (conform componentelor). Această analiză ia în considerație și indicele translocațional al influenței antropice, și acțiunea sinergetică a elementelor chimice. În continuare este necesară elaborarea modurilor de obținere a „normelor duble ale complexelor” care iau în considerație, pe de o parte - caracterul sistemic al landschaftului propriu-zis, iar pe de altă parte - numărul mare și complexitatea presiunii antropice (această direcție este cea mai importantă și de perspectivă).

**BIBLIOGRAFIE**

- Gutuleak, V.** (2003), *Ecologia landschaftului: Manual*, Cernăuți: Ruta – Alexandru cel Bun, 240 p.  
**Glazovskaia, M.A.** (1988), *Geochimia landschfturilor naturale și antropice a URSS*, Moscova, 1988. – 328 p.

Universitatea din Cernăuți