

Cursul 5. Tipurile de impact asupra mediului, metodele de evaluare a acestora

Plan:

- 1 Tipurile de impact și caracteristica lor**
- 2 Metodele de evaluare a impactului**
- 3 Selectarea metodelor de evaluare a impactului**
- 4 Utilizarea indicatorilor de mediu în procesul EIM**

Surse bibliografice:

L1 – cap. 4, 5, L2 – cap. 2, L3 – cap. 6.

1 Tipurile de impact și caracteristicile lor

Definirea noțiunii de impact. În literatura de specialitate *impactul asupra mediului* este interpretat, de obicei, drept o schimbare a mediului înconjurător în urma activității antropice și efectele acestei schimbări. În etapele inițiale ale EIM erau evaluate numai impacturile „biofizice”, adică acele în legătură cu schimbările în spațiul aerian și cel acvatic, în floră, faună ș.a. Însă, concomitent cu conștientizarea necesității antrenării publicului în procesul EIM, varietatea impacturilor posibile ale activităților preconizate a sporit considerabil. La aceasta a contribuit și extinderea semnificației termenului „mediu”, în care au fost incluse aspectele sociale. Dar în procesul EIM trebuie să fie examinate nu toate efectele apărute ca rezultat al activităților preconizate, ci doar următoarele:

- Efectele directe/indirecte asupra mediului și a componentelor lui.
- Efectele condiționate de schimbările de mediu (de activitățile preconizate); *a)* efectele de sănătate și ale condițiilor social-economice; *b)* ale moștenirii culturale și infrastructurii fizice; *c)* schimbările modalității de utilizare a terenurilor și a resurselor naturale pentru activitatea cotidiană și ale modului de viață al populației indigene și *d)* efectele asupra oricăror obiecte, care au importanță arheologică, paleontologică sau arhitecturală.
- Schimbările activităților preconizate ca urmare a modificărilor produse în mediu.

Este evident că nu toate schimbările ce vizează domeniul social-economic pot fi luate în considerare la EIM. Dacă un efect de acest gen (de pildă, pierderea locului de muncă din cauza schimbărilor de mediu, poluării râului, ce a dus la degradarea totală a resurselor piscicole) a fost cauzat de activitățile proiectului, atunci efectul social-economic poate fi considerat un efect de mediu și impacturile trebuie luate în considerare și evaluate în procesul EIM. În caz contrar, dacă efectul social-economic nu este provocat de schimbările mediului, atunci astfel de efecte nu vor fi considerate de mediu și nu vor fi examinate.

În contextul celor expuse sub noțiunea de „impact asupra mediului” se înțelege: „... orice efect cauzat de activitatea preconizată asupra mediului, inclusiv asupra sănătății și securității umane, florei, faunei, solului, aerului, apei, climatului, landșafturilor și monumentelor istorice sau a altor structuri fizice, ori

interacțiunea acestor/factori; el include, de asemenea, efectele asupra moștenirii culturale sau a condițiilor social-economice ce rezultă din modificările acestor factori.”

Tipurile de impact, clasificarea impacturilor asupra mediului. Impacturile diferă după timpul apariției, proporții și după alte caracteristici. De asemenea, interacționează rezultând o cumulare a acestora, în general, impacturile asupra mediului pot fi clasificate după mai multe criterii:

Caracterul impactului. Mai evidente sunt *impacturile directe*, legate nemijlocit de proiect, care, de regulă, apar aproape concomitent cu activitățile ce le-au provocat. Drept exemple în acest sens pot servi desecarea zonelor mlăștinoase în urma lucrărilor de drenare; degradarea ecosistemelor în urma defrișărilor de pădure, reamplasarea populației ca rezultat al construcției rezervoarelor de apă; creșterea degajărilor în atmosferă ș.a. *Impacturile indirecte* (de gradul doi sau de grad mai mare) nu apar nemijlocit în urma activităților de realizare a proiectului și sunt, de regulă, mai puțin vizibile, apar mai târziu și în alt loc, comparativ cu impacturile de gradul întâi. Impacturi indirecte pot fi: creșterea concentrației de pesticide în laptele pentru alimentarea copiilor; intensificarea urbanizării și, respectiv, a impactului asupra ecosistemelor ca rezultat al ei și/sau după implementarea proiectelor de dezvoltare a infrastructurii etc.

Impacturile indirecte apar în urma îmbinării impacturilor directe ale altor surse, ele având o altă proporție, devenind impacturi *cumulative*. Asociindu-se cu impacturile altor surse, acestea pot să se extindă mai mult decât cele cauzate numai de o sursă sau decât suma lor ordinară.

La interacțiunea diferitelor impacturi sau a impacturilor produse de diverse tipuri de proiecte, apar *impacturi sinergice*, care au o particularitate nouă, comparativ cu impacturile inițiale.

Uneori pot apărea *impacturi antagonice*, care se caracterizează prin faptul că noul impact generat de interacțiunea impacturilor este mai puțin prejudiciabil ca în cazul manifestării lor individuale.

Un exemplu - este cazul interacțiunii a doi poluanți, care pot afecta, mai mult (*impact sinergie*) sau mai puțin (*impact antagonic*), mediul decât dacă ar ajunge singur în mediu, fără a interacționa.

Proporția /extensiunea. Această caracteristică a impactului este una dintre cele mai importante. Este necesar de menționat că uneori impacturile de proporții mici pot avea o semnificație mult mai mare. De exemplu, poluarea aerului cu unele substanțe nocive în cantități mici, dar foarte toxice; de pildă, cu dioxine este mult mai puternică decât poluarea masivă cu alte substanțe, ca NOx. După acest criteriu, deosebim:

- a) *impact restrâns*, produs pe un teritoriu *localizat*,
- b) *impact parțial*, produs pe un teritoriu mai extins;
- c) *impact extrem*, care cuprinde teritorii foarte mari și
- d) *impact total*, care cuprinde toată zona de studiu.

Suprafața/amplasamentul. Pentru fiecare impact este necesar a indica locul apariției, distribuția teritorială și suprafața care va fi afectată. Aceasta se face în cazul impacturilor directe, dar se recomandă și în cazul celor indirecte, cumulative.

Timpul apariției impacturilor. Pot apărea la diferite etape ale ciclului de viață a proiectului (construcției, exploatării și distrugerii obiectului). Unele impacturi apar imediat, iar altele cu întârziere, uneori mare. În acest context se evidențiază:

- a) impacturi *latente*,
- b) impacturi *immediate* și
- c) impacturi *apărute la un timp critic*, pe parcursul căruia are loc cel mai mare impact.

Durata. Impacturile pot fi *de scurtă durată* (zgomotul produs în construcție); *de lungă durată* (degradarea terenurilor în urma acumulărilor de apă); *episodice* (exploziile la exploatarea carierelor) și *permanente* (acțiunea câmpurilor electromagnetice în cazul construcției liniilor electrice).

Reversibilitatea, în cazul în care cauza apariției impactului este înlăturată, de multe ori starea mediului poate reveni la cea inițială (*impacturi reversibile*). Există și impacturi ireversibile, de exemplu distrugerea habitatelor naturale sau dispariția unor specii ale florei și faunei.

Probabilitatea (riscul). Nu toate impacturile au aceeași probabilitate. Unele pot fi pronosticate cu o eventualitate mare, iar altele - cu una mai mică, de exemplu emisiile de substanțe toxice la o instalație chimică. Dar în toate cazurile, pentru fiecare impact este necesar să se facă o pronosticare, stabilindu-se probabilitatea. Descrierea tuturor impacturilor posibile în termenii probabilității este complicată. Din punct de vedere tehnic, de exemplu, este mai ușor a determina probabilitatea degajării unui volum de gaze decât cea a micșorării numărului de păsări pe un teritoriu mlăștinos în urma efectuării lucrărilor de drenare și a schimbărilor posibile drept rezultat al evacuării apei. În cazurile în care acest lucru este posibil, trebuie determinată probabilitatea acestor impacturi și a efectelor lor. Este, de asemenea, foarte important a determina probabilitatea acelor impacturi care pot influența considerabil mediul și sănătatea populației.

Semnificația. Conceperea termenului „semnificație” este condiționată de importanța impactului la luarea deciziilor, în multe cazuri pentru determinarea semnificației impactului se utilizează evaluarea acceptabilității acestuia în baza unor criterii stabilite, ca, de exemplu, concentrațiile maxim admisibile a diferiți poluanți sau gradul admisibil de modificare a mediului conform standardelor și actelor normative în vigoare. În literatura de specialitate există mai multe specificări ale impacturilor cu diferită semnificație. Printre acestea sunt următoarele:

- *Impactul compatibil.* Lipsa impactului sau restabilirea imediată a mediului după suspendarea activității. Nu solicită măsuri de minimalizare.
- *Impactul moderat.* Recuperarea și revenirea mediului la starea inițială reclamă un anumit timp. Necesită unele măsuri de minimalizare.
- *Impactul sever.* Proporția impactului impune acțiuni de minimalizare pentru stabilirea mediului și revenirea la starea inițială, care se realizează pe parcursul unui timp îndelungat.
- *Impactul critic.* Proporția impactului depășește limitele admisibile. Are loc o pierdere permanentă și ireparabilă a calității mediului. Nu există posibilități de restabilire, revenire la starea inițială, chiar în cazul realizării măsurilor de minimalizare.

Determinarea semnificației impactului este una dintre cele mai importante și mai dificile etape ale EIM. Mulți practicieni diferențiază impacturile după semnificație, în funcție de caracteristicile lor (*tabelul 1*).

Tabelul 1 Impacturi asupra mediului și semnificația lor.

	Caracteristica impactului	Semnificația	Intensitatea, vaoarea
1	Semnul	Benefic	+
		Negativ	-
		Este posibil a-1 pronostica, dar dificil a-1 aprecia tara cercetări suplimentare	x
2	Intensitatea (evaluarea calitativă)	Joasă	1
		Medie	2
		Înaltă	3
3	Extensiunea	Localizată	1
		Parțială	2
		Extinsă (pe toată aria)	3
4	Timpul apariției	Imediat	3
		In termen mediu	2
		In termen îndelungat	1
5	Persistența	Temporară	1
		Permanentă	3
6	Reversibilitatea efectului	Imposibilă	4
		Posibilă în termen îndelungat	3
		Posibilă în termen mediu	2
		Posibilă în termen scurt	1
7	Posibilitatea aplicării măsurilor de minimalizare	La etapa de proiectare	P
		La etapa de efectuare a lucrărilor	L
		La etapa de funcționare	F
		Este imposibil	N
3 (Intensitatea) +2 (extensiunea) + apariția + reversibilitatea			

2 Metodele de evaluare a impacturilor

Pentru evaluarea impacturilor se utilizează următoarele metode (instrumente).

2.1 Metoda listei de verificare

Reprezintă cel mai simplu procedeu de evidențiere a impacturilor. El constă în cercetarea listei complete a impacturilor posibile, evidențiindu-se componentele mediului natural care pot fi afectate de activitatea preconizată.

Listele pot fi diferite, începând cu cele mai simple și terminând cu cele structurate. Au fost deja elaborate liste model, cu întrebări specifice pentru proiecte din diferite sectoare ale economiei naționale. Listele componentelor și /sau condițiilor de mediu conțin de la 50 până la 100 de variații, numărul întrebărilor referitor la impacturile posibile depinzând, în mare măsură, de caracterul proiectului propus, de proporțiile lui, de condițiile concrete de mediu în care se preconizează activitatea respectivă. Latura pozitivă în aplicarea acestor liste constă în simplitatea folosirii, cea negativă - în dificultatea stabilirii impacturilor indirecte sau a celor sinergice, care apar la diferite etape de realizare sau de funcționare a obiectelor. Un exemplu de lista de verificare în cazul proiectelor din domeniul asigurării cu apă și canalizare este prezentat în *caseta 1*.

Listele de verificare în funcție de structură pot fi: *a) simple* - conțin factorii de mediu cu impact sau caracteristicile activităților producătoare de impacturi. Prin intermediul lor se asigură faptul că nici un factor de mediu sau de impact nu va dispărea din câmpul vizual; *b) descriptive* - conțin efectele impactului și contribuie la evaluarea parametrilor acestuia. În baza lor este posibil a determina și selecta măsurile de minimalizare.

2.2 Matricele

La începutul anilor '70 ai secolului al XX-lea ecologistul american Leopold a propus evidențierea impacturilor semnificative cu ajutorul unei matrice, coloanele căreia corespund diferitelor etape de implementare a proiectului și tipurilor de activități (pregătirea terenului, construcția căilor de acces, depozitarea deșeurilor ș.a.), iar rândurile - componentelor mediului (apele subterane, flora și fauna etc.). La intersecția rândurilor și coloanelor prin anumite semne convenționale se indica semnificația, gradul de veridicitate a pronosticului, natura impactului sau altă informație. Matricea elaborată de către Leopold cuprinde 88 de rânduri și aproape 100 de coloane. Numărul posibilelor interacțiuni în acest caz poate fi de 8 800, însă, în realitate, există circa 25-50 de variații.

Uneori sunt utilizate matrice complicate, o anumită pondere atribuindu-se impactului în raport cu intensitatea/semnificația lui și cu schimbările care pot fi provocate în mediu. Indicatorii cumulativi în acest caz sunt calculați în baza multiplicării valorii impactului cu semnificația lui, apoi aceste date sunt sumate pe orizontală și pe verticala matricei, astfel fiind identificate cele mai semnificative impacturi și cele mai sensibile obiecte ale mediului, cu un potențial major de schimbare în cazul unor sau altor impacturi (*fig. 1*). Pot fi utilizate 4 tipuri de matrice, care permit a identifica și impacturile indirecte, ce apar după construcția obiectivului.

Caseta 1 Lista de întrebări pentru proiectele ce țin de asigurarea cu apă și canalizare.

Aspectele EIM	Întrebările listei de verificare	Da sau Nu	Este necesară informația suplimentară
<i>Sursele de impact</i>	<p>1. Va solicita proiectul modificarea regimului de utilizare a terenurilor sau alocarea terenurilor auxiliare pentru acumulările de apă, construcția stațiilor de epurare (mai mult de 60 ha în extravilan sau 5 ha în perimetrul zonei urbane)?</p> <p>2. Va provoca proiectul eroziunea intensă a solului, va contribui la crearea volumelor impunătoare de ape uzate sau a deșeurilor solide?</p> <p>3. Va necesita proiectul terenuri considerabile pentru noi lucrători (de exemplu, a circa 100 de lucrători necalificați), aceasta va avea un impact suplimentar asupra serviciilor comunale în procesul construcției?</p>		
<i>Receptorii impacturilor (componentele mediului)</i>	<p>1. Va cauza proiectul inundarea sau un alt impact asupra terenurilor care asigură menținerea ecosistemelor importante terestre sau acvatice, a speciilor faunistice și floristice (de exemplu, a zonelor protejate, a habitatelor naturale, a zonelor umede, a habitatelor speciilor rare și pe cale de dispariție) sau sunt situri istorice, culturale și arheologice?</p> <p>2. Va cauza proiectul inundarea sau alte impacturi asupra teritoriilor, care constituie condiții și resurse naturale importante (de exemplu, va necesita reamplasarea populației, va influența negativ condițiile de dezvoltare a agriculturii sau industriei, va duce la diminuarea productivității resurselor biologice, a resurselor piscicole, va reduce accesul populației la servicii, la mărfuri și resurse naturale)?</p> <p>3. Va folosi proiectul stațiile de epurare a apelor uzate, amplasate în vecinătatea localităților (mai cu seamă, în zonele expuse inundațiilor)?</p> <p>4. Va avea proiectul un impact negativ asupra locurilor de captare a apelor?</p>		

<i>Impacturile asupra mediului</i>	1. Va provoca proiectul o diminuare a calității și a nivelului apelor subterane (temporar sau permanent)? 2. Va constitui proiectul un risc semnificativ, provocând poluarea cu ape uzate sau cu deșeuri solide, pentru sursele de apă, ecosistemele acvatice unice, rezervele comerciale de pește? 3. Va schimba proiectul condițiile hidrologice ale cursurilor și acumulărilor de apă, astfel ca să fie afectate atât volumul apelor, cât și condițiile de reproducere a resurselor piscicole? 4. Va cauza proiectul majorarea riscului la diverse afecțiuni, mai cu seamă, în zonele cu o densitate mare a populației {de exemplu, hepatită, dizenterie)? 5. Va condiționa proiectul necesitatea activităților „secundare” (construcția căilor noi de acces, activități de acordare a serviciilor pentru construcție și exploatare?		
<i>Măsurile de minimalizare a impactelor</i>	1. Va solicita proiectul măsuri de minimalizare a impacturilor, care vor transforma proiectul în unul inacceptabil din punct de vedere financiar și social?		
<i>Remarcă</i>	Se recomandă a acorda proiectului categoria: ...		

Matricele contribuie la evidențierea impacturilor semnificative mai mult decât listele de verificare, facilitează examinarea impacturilor. Mai mult ca atât, ele permit a stabili nu numai posibile schimbări semnificative în mediu, dar și modificările elementelor proiectului, care pot duce la efecte ecologice considerabile. Prin urmare, este necesară o examinare a variantelor alternative. Neajunsul matricelor și al listelor constă în faptul că nu sunt adoptate pentru stabilirea impacturilor indirecte. De exemplu, impactul asupra apelor subterane poate cauza impacturi asupra altor componente ale mediului, poate duce la schimbări în ecosisteme - aceasta este extrem de dificil de examinat și de evaluat cu ajutorul matricei. Este complicat de utilizat matricele ce conțin un număr mare de coloane, în acest caz pentru o evidențiere mai exactă a impacturilor indirecte se folosesc matricele în trepte sau matricele de ordinul doi.

2.3 Rețelele

Spre deosebire de matrice, metoda rețelilor permite a determina nu numai direcția interacțiunilor și impacturilor, ci și esența, gradul acestora, interacțiunile dintre diferite componente ale mediului. Prin metoda respectivă se studiază dinamica impacturilor, schimbările de mediu posibile atât la etapa de construcție, cât și la cea de exploatare a obiectului. Rețeaua reflectă interacțiunile potențiale în ecosisteme și permite a identifica impacturile indirecte ale activității preconizate. O dată cu majorarea numărului de elemente, metoda respectivă devine foarte complicată și dificilă pentru a fi utilizată. Ținând cont de aceasta, ea se recomandă pentru proiectele cu un număr redus de impacturi. În prezent se întreprind încercări de a utiliza metoda rețelilor în baza concepției fluxurilor de energie, cu identificarea direcției și a intensității impacturilor (utilizând intensitatea acestor fluxuri în funcție de natura lor în kilocalorii, decibeli, pentru radiație - în ciurie ș.a.).

Rețelele pot fi expuse și în formă de tabele, care se detaliază pe măsura apariției impacturilor de gradul doi, trei ș.a. (vezi *tabelul 2*).

Tabelul 2 Identificarea impacturilor cu ajutorul rețelei.

Impactul primar	Impactul secundar	Impactul de gradul trei
1. Defrișarea pădurii	1.1 Degradarea solului	1.1.1 Sedimentarea și cloratarea rezervoarelor
		1.1.2 Crearea obstacolelor în traficul portuar al corăbiilor
	1.2 Intensificarea poluării apei	1.2.1 Inundarea localităților
		1.2.2 Lipsa apelor în perioada secetelor
2. Reducerea debitelor ecologice	2.1 Poluarea apei potabile	2.1.1 Pierderi în productivitatea agricolă
		2.1.2 Reducerea calității apei potabile
	2.2 Degradarea habitatelor	2.2.1 Reducerea stocurilor de pește
		2.2.2 Reducerea biodiversității
3. Poluarea aerului	3.1 Modificarea landscapei din cauza afectării covorului vegetal	3.1.1 Dezmembrarea landscapei din cauza scăderii calității mediului
		3.1.2 Pierderile capacităților recreative
	3.2 Afecțiuni respiratorii	3.2.1 Absența la locurile de muncă
		3.2.2 Cheltuieli suplimentare pentru tratament

2.4 Suprapunerea hărților și sistemele geografice informaționale SGI

Suprapunerea hărților reprezintă o abordare sistematică spațială de organizare a informației despre locurile concrete în scopul facilitării analizei ei, identificării și examinării inter-relațiilor elementelor teritoriului - economice, sociale, naturale ș.a. Această informație este expusă pe o serie de hărți, care reprezintă distribuția spațială, intensitatea (alte caracteristici) a unor sau altor factori (în cazul nostru a impacturilor sau a caracteristicilor mediului în zona amplasamentului obiectului), care se suprapun, pentru a identifica interacțiunile, alte aspecte necesare ale impacturilor asupra mediului. Pentru suprapunerea hărților este necesar de elaborat inițial hărți, care să indice poziția, natura și intensitatea fenomenelor ori obiectelor naturale. Astfel de obiecte pot fi cursurile de apă, terenurile agricole, mlaștinile, resursele culturale etc. Sunt cartografiate aspectele cu importanță specială pentru proiect. Hărțile sunt expuse pe foi transparente astfel ca să prezinte un tablou integral al mediului cu componentele de bază. Totalitatea acestor hărți și procedurile de examinare a informației, a interacțiunilor factorilor identificați reprezintă un tip al SGI. De regulă, un asemenea sistem este prezentat în formă electronică. În acest context, Agenția Federală pentru Cartografiere Digitală a SUA¹⁰ definește SGI în felul următor: „SGI reprezintă un sistem computerizat, cu softurile și procedurile necesare

pentru colectarea, gestionarea, manipularea, analiza și expunerea pe ecran a datelor organizate teritorial, în scopul soluționării problemelor complexe de management și planificare”.

SGI-urile pot fi utile, mai ales, în cadrul evaluării proiectelor de dezvoltare intersectoriale și regionale, de exemplu, în cazul proiectelor ce țin de zonele costale, bazinele de acumulare, ariile urbane extinse, al schemelor dezvoltării teritoriale pentru o zonă concretă. Avantajele aplicării SGI-urilor în procesul EIM constau în următoarele:

- facilitează abordarea sistematică în colectarea informației de mediu;
- contribuie la reducerea de costuri ce țin de duplicarea instituțională și de managementul informației;
- sporește compatibilitatea și comparabilitatea datelor de diferit gen;
- face accesibile datele utilizate în procesul EIM unui număr mai mare de părți interesate;
- favorizează analiza spațială a impacturilor asupra mediului, fapt care, de regulă, este ignorat sau căruia nu i se acordă atenția cuvenită în cazul aplicării altor metode de analiză din cauza costurilor mari și dificultăților analitice de examinare.

Tehnologiile computaționale se utilizează tot mai mult o dată cu crearea bazelor de date (mai cu seamă, a celor ce se bazează pe metodele de teledetecție), în special ale sateliților, cu dezvoltarea capacităților tehnicii computaționale ca atare, fapt ce face acest instrument să fie eficient.

SGI-urile sunt foarte utile la colectarea și analiza datelor despre starea inițială a mediului, la estimarea proporției și caracterului impactului (în special, ale celui cumulativ) și în procesul efectuării monitoringului și managementului datelor. Specialiștii BM menționează că SGI pot fi aplicate cu succes pentru examinarea alternativelor locurilor de amplasare și a celor tehnologice. Prin intermediul acestor procedee este posibil a identifica impacturile directe și indirecte pentru proiectul respectiv și pentru o serie de proiecte preconizate pentru implementare în zona geografică dată. De asemenea, ele pot fi folosite la identificarea impacturilor și compararea alternativelor pentru toate tipurile proiectelor de dezvoltare, mai ales pentru obiectele liniare, cum sunt drumurile, liniile de cale ferată, gazoductele. Un avantaj al SGI-urilor este vizualizarea spațială a impacturilor posibile.

2.5 Metode de teledetecție

Aceste metode deseori sunt expuse în asociere cu SGI, deoarece, în cele mai multe cazuri, așezarea lor este o condiție a eficienței SGI. Prin fotografierea aeriană sau cosmică a teritoriilor extinse și a componentelor mediului, este posibilă obținerea multiplelor caracteristici ale teritoriului, activităților preconizate și/sau ale impacturilor lor. Materialele respective și aplicarea lor la metodele de fotogrametrie (permit a elabora diferite hărți geografice) și la interpretarea materialelor aérospatiale furnizează un set de informații referitor la o multitudine de factori și condiții naturale, cum ar fi: caracteristica reliefului, a rețelei hidrografice, covorul vegetal, fenomene și procese naturale, distribuția și

intensitatea valorificării economice a teritoriului în funcție de tipul activității umane etc. Deja este evident că aplicarea imaginilor cosmice oferă o serie de avantaje la examinarea teritoriilor întinse, a bazinelor hidrografice și a ecosistemelor.

2.6 Sisteme computerizate de experți

Reprezintă sisteme bazate pe cunoștințe și pe tehnica computerizată, folosite în scopul diagnosticării și luării măsurilor de soluționare a problemelor, precum și la luarea deciziilor, mai cu seamă, în etapele inițiale ale ciclului de proiect. Utilizatorului acestui sistem i se pun întrebări în baza cunoștințelor dintr-un domeniu sau altul, care sunt interdependente. Softul computațional examinează răspunsul la fiecare întrebare, luând în considerare răspunsul la întrebarea anterioară. Ca și SGI, acest procedeu poate asigura prelucrarea unui volum considerabil de date /informație. El are o mare perspectivă, ținându-se seama de dezvoltarea formalizării datelor și a tehnicii computerizate, deși solicită specialiști competenți în domeniul EIM.

2.7 Metodele modelării matematice

Sunt sisteme de ecuații matematice, inclusiv imitaționale, elaborate în scopul modelării unor fenomene ale realității înconjurătoare. Dacă modelul este deja creat, e foarte ușor de schimbat condițiile /datele inițiale și de observat cum se modifică rezultatul modelării o dată cu schimbarea lor (în cazul nostru, o dată cu modificările parametrilor proiectului și /sau ale condițiilor concrete geografice de amplasare a obiectului). Astfel este posibil, de exemplu, a stabili cum va influența înălțimea coșului pentru degajarea gazelor de la o termocentrală asupra concentrației poluanților în zona de influență a ei. Evident, la interpretarea acestor rezultate trebuie de ținut cont de faptul că orice modelare matematică reprezintă doar o expunere simplificată a realității, bazată pe condițiile inițiale ale modelării cu un anumit grad de veridicitate, în acest caz este necesar ca utilizatorii, la prezentarea rezultatelor modelării, să propună și condițiile de bază, pentru veridicitatea rezultatelor. Printre cele mai răspândite modelări în procesul EIM sunt cele legate de difuziunea poluanților în aer, în mediul acvatic, modelările hidrologice, modelările stabilității versanților etc. În prezent se folosesc, în special, modelările diferitelor procese biologice, sociale, demografice ș.a.

Modelarea matematică a sistemelor de mediu este foarte dificilă din cauza complexității lor și interacțiunilor cu diverse alte sisteme, uneori greu de pronosticat. Tipurile principalelor modele sunt bazate pe: ecuații diferențiale deterministe și stocastice (ecuații diferențiale ordinare, ecuații cu derivate parțiale), ecuații algebrice statice, rețele Petri, programare matematică, programare stocastică, teoria controlului optim, lanțuri Markov, procese Markov, simulare Monte Carlo, modele bazate pe reguli etc.

2.8 Experimentarea și modelarea fizică

Este utilizată în scopul examinării impacîtelor activităților analogice și a eficienței măsurilor de minimalizare a lor, aceasta fiind efectuată nemijlocit pe teren sau în condiții de laborator. Modelele respective pot oferi răspunsuri concrete la întrebările privind pronosticarea evoluției unor obiecte concrete în contextul diferitelor impacturi. De exemplu, un model fizic al versantului poate fi utilizat la pronosticarea apariției alunecărilor de teren în cadrul construcțiilor unor obiecte industriale, locative etc. În același timp, este necesar a ține cont de faptul că, folosind aceste modelări, transpunerea rezultatelor obținute la situația reală poate să difere mult, introducând un grad sporit de incertitudine. Asemenea modele sunt utilizate, de exemplu, la identificarea impacturilor poluării bazinelor acvatice asupra hidrobionților (modelări biologice), estimarea dezvoltării eroziunii solului (modelări fizice ale proceselor de eroziune în condiții de laborator sau naturale), evoluției zonei costale drept rezultat al construcțiilor portuare (modelări de laborator) etc. În lucrarea lui A. Capcelea și V. Osiiuc sunt expuse detaliat mecanismele dezvoltării alunecărilor de teren în urma impactului asupra versanților atât al factorilor naturali (în primul rând, creșterea umidității și a nivelului apelor subterane), cât și al celor antropici - aratul, construcțiile, defrișarea terenurilor etc. în baza modelării fizice a versanților.

2.9 Metoda experților

Nu este o metodă formalizată, deși mulți experți în materie, utilizând cunoștințele și practica acumulată, pot crea baze de date, elabora instrucțiuni respective, aplicabile la identificarea impacturilor și determinarea semnificației lor, la pronosticarea acestora în contextul activităților preconizate, precum și la formularea concluziilor despre schimbările potențiale provocate de un impact sau altul asupra mediului. Aplicarea acestei metode solicită utilizarea metodelor iterative - metoda Delfi, seminare cu participarea părților interesate ș.a.

2.10 Metoda analogiei (a studiului de caz)

Unii cercetători analizează această metodă separat, ea având scopul examinării impacturilor particulare în cazul unui sau altui proiect și comparării lor cu efectele proiectelor similare, care deja au fost implementate și rezultatele cărora sunt cunoscute.

În general, șirul metodelor aplicate în procesul EIM poate fi continuat.

3 Selectarea metodelor de evaluare a impacturilor

Nici o metodă în mod separat nu poate asigura rezultatul scontat pentru toate tipurile de proiecte și gama de impacturi posibile. Mai mult ca atât, pentru diferite etape ale EIM se recomandă, de asemenea, a folosi diferite metode, care pot da rezultate obiective. De aceea, la identificarea și evaluarea impactului asupra mediului,

În cele mai multe cazuri, se utilizează câteva metode concomitent. Selectarea metodei corespunzătoare depinde de mai mulți factori:

- tipul și proporția proiectului;
- caracterul alternativelor identificate;
- specificul impacturilor potențiale;
- corespunderea metodei sarcinilor concrete, de exemplu, sub aspectul preciziei pronosticărilor;
- experiența și gradul de competență a echipei de EIM la aplicarea metodei respective;
- resursele disponibile - financiare, informaționale, timpul, personalul ș.a.;
- nivelul participării publicului la acest proces;
- experiența inițiatorului pentru astfel de tipuri de proiecte;
- orice limitări și cerințe procedurale și administrative.

În acest sens este dificil a face recomandări concrete în procesul acestei selecții. Totodată, este posibil a evidenția avantajele unor sau altor metode și lacunele acestora. O astfel de caracteristică a fost expusă în manualul elaborat de UNEP, prezentată în *tabelul 3*.

S-a menționat deja că este necesar, de asemenea, de efectuat o analiză și o selecție a metodelor de evaluare a impactului în funcție de etapele EIM. O astfel de analiză este prezentată în *tabelul 4*, care poate fi foarte utilă practicienilor și cercetătorilor în domeniu, în procesul elaborării studiilor de impact.

Tabelul 3 Avantajele și neajunsurile metodelor de evaluare a impacturilor asupra mediului, UNEP.

	Avantaje	Neajunsuri
<i>Listele de verificare</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Sunt simple în aplicare și accesibile • Sunt aplicabile pentru selectarea locurilor amplasării și identificării priorităților 	<ul style="list-style-type: none"> • Nu fac deosebire între impacturile directe și cele indirecte. Nu asigură examinarea legăturilor între activitatea preconizată și impacturile ei • Procesul luării în considerare a valorilor poate fi discutabil
<i>Mairicele</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Reflectă perfect legăturile dintre activitățile preconizate și impacturile lor. Este o metodă eficientă pentru prezentarea rezultatelor EIM 	<ul style="list-style-type: none"> • Este dificil a diferenția impacturile directe și indirecte • Există pericolul luării în considerare de două ori a impacturilor
<i>Rețelele</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Reflectă legăturile dintre activitățile preconizate și impacturile lor • Într-o formă simplificată sunt utile la identificarea impacturilor de gradul doi - Identifică impacturile directe și cele indirecte 	<ul style="list-style-type: none"> • Pot fi foarte dificile dacă se aplică varianta completă

<i>Suprapunerea hărților și SGI</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Sunt inteligibile • Metodă optimă pentru vizualizarea spațială a rezultatelor • Este o metodă indicată pentru selectarea locului amplasării obiectului 	<ul style="list-style-type: none"> • Iau în considerare numai impacturile directe • Nu iau în considerare durata și probabilitatea impacturilor
<i>Sisteme computaționale de experți</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Sunt foarte utile pentru identificarea și analiza impacturilor semnificative • Sunt adecvate pentru efectuarea experimentelor (evaluarea diferitelor scenarii) 	<ul style="list-style-type: none"> • Se pune accent pe informație și cunoștințe, nu analizează situația concretă geografică a amplasamentului • Sunt foarte complicate și costisitoare
<i>Metoda experților</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Oferă posibilitatea de a face concluzii operative privind impactul asupra mediului a diferite tipuri de proiecte, este relativ costisitoare 	<ul style="list-style-type: none"> • Gradul înalt de subiectivism, deseori lipsa experților și cunoștințelor într-un șir de domenii ale impacturilor specifice pentru diferite tipuri de proiecte și în contextul situației geografice diferite
<i>Modelarea matematică</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Oferă date numerice ale semnificației impacturilor 	<ul style="list-style-type: none"> • Pot fi folosite numai în cazul evaluărilor simple cu un număr redus de impacturi și componente ale mediului
<i>Modelarea fizică</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Oferă date obiective referitor la modificările mediului și facilitează pronosticarea dezvoltării mediului în urma impacturilor proiectului 	<ul style="list-style-type: none"> • Necesită o fundamentare serioasă a corespunderii proporțiilor modelului cu obiectul natural și pot fi aplicate ținându-se cont de un număr redus de componente și impacturi
<i>Metodele teledetecției</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Oferă posibilitatea de a identifica obiectiv caracteristica mediului, a factorilor lui și a specificului impacturilor activităților preconizate pentru teritorii întinse și greu accesibile. Utilizarea imaginilor aeriene la scară mare oferă suplimentar posibilitatea de identificat trendele, intensitatea proceselor și fenomenelor, facilitează efectuarea monitoringului de mediu 	<ul style="list-style-type: none"> • Sunt costisitoare, necesită echipament special și specialiști calificați

Tabelul 4 Metodele de evaluare a impactului și de aplicare la diferite etape EIM.

Metoda EIM	Determinarea scopului	Identificarea impactului	Descrierea inițială a impactului	Pronosticarea impactului	Evaluarea impactului	Luarea deciziei	Comunicarea
<i>Aplicarea analogiilor</i>	X	X		X	X		
<i>Lista de verificare simplă</i>		X	X				X
<i>Lista de verificare orientată asupra deciziei</i>					X	X	X
<i>Analiza cost-beneficiu</i>			X	X	X		
<i>Metoda experților</i>		X		X	X		
<i>Sistemele de experți</i>	X	X	X	X	X	X	
<i>Modelarea fizică în laborator</i>		X		X			
<i>Matricele</i>	X	X		X	X	X	X
<i>Rețelele</i>		X	X	X			
<i>SGI și supra punerea hărților</i>			X	X	X		X
<i>Modelarea matematică</i>			X	X			
<i>Teledetecția</i>			X	X			
<i>Extrapolarea trendurilor</i>			X	X			

4 Utilizarea indicatorilor de mediu în procesul EIM

În cadrul efectuării EIM sunt utilizați un set de indicatori în diferite scopuri:

- descrierea stării inițiale a mediului;
- identificarea relațiilor dintre impactul asupra mediului și calitatea mediului;
- pregătirea acțiunilor de minimalizare.

Indicatorii corespund parametrilor care estimează elementele de mediu afectate de activitatea umană, cantitatea și calitatea resurselor naturale. Ca indicator poate fi un model generic ce sintetizează și reprezintă o atribuție a unui obiect material sau fenomen, relevant analizei. Indicatorul constituie rezultatul unui proces de măsurare, iar stabilirea lui poate fi definită ca un proces de determinare a corelației dintre realitate și datele ce o reprezintă.

Evident, indicatorii se vor utiliza la diferite etape ale EIM: la descrierea impacturilor elementelor fizice, biologice și umane, care în interacțiune reprezintă mediul; la identificarea și evaluarea componentelor de mediu afectate; în procesul de comparare a mediului afectat cu alte standarde, de stabilire a criteriilor de luare a deciziilor; la determinarea măsurilor de minimalizare a impacturilor și a activităților de post-proiect.

Există deja mulți indicatori de mediu, care sunt foarte frecvent folosiți în procesul EIM (tabelul 5).

Tabelu 5 Indicatorii de mediu pentru componentele lui specifice.

Parametrul problemă	Exemple ale indicatorilor ce reprezintă cauza	Exemple ale indicatorilor privind starea mediului
<i>Schimbări climatice</i>	Emisiile gazelor cu efect de seră. Emisiile de CO ₂ .	Concentrarea atmosferică a gazelor cu efect de seră. Temperatura medie globală.
<i>Poluarea apei</i>	Utilizarea intensivă a resurselor de apă. Extragerea anuală a apelor terestre și subterane. Consumul anual de apă <i>per capita</i> . Deversările anuale de ape uzate	Frecvența, durata și extensiunea timpului cu lipsa apei, limitărilor de apă. Concentrația de Pb, Cd, Hg și pesticide-lor în ape. Concentrația bacteriilor patogene în apă (indexul Coli). Temperatura apei.
<i>Aciditatea solului și a apelor</i>	Indexul substanțelor acide. Emisiile de SO _x și NO _x .	Depășirea valorilor critice ale <i>pH</i> în apă și în sol. Concentrația ploilor acide.
<i>Poluarea solului</i>	Emisiile de metale grele. Emisiile compușilor organici.	Concentrația metalelor grele și a compușilor organici în mediu și în țesuturile speciilor.
<i>Calitatea mediului urban</i>	Dinamica populației urbane. Numărul autovehiculelor. Rezultatele inventarierii emisiilor de NO _x , SO _x , substanțelor volatile în spațiul urban. Densitatea traficului urban. Nivelul de urbanizare. Nivelul poluării fonice.	Procentajul populației în zonele urbane. Ariile cu populația marginală. Populația expusă poluării aerului și celei fonice. Condițiile calității apelor în zonele urbane. Indexul clădirilor locative conform stării de conservare. Procentajul populației cu servicii sanitare.
<i>Poluarea atmosferică</i>	Datele inventarierii surselor staționare și mobile. Numărul și rata creșterii numărului obiectivelor industriale și al autovehiculelor.	Concentrarea particulelor, microparticulelor și gazelor în atmosferă. Nivelul poluării apelor, solului și pădurilor cu emisii și deșeuri.

<i>Conservarea biodiversității și a peisajelor</i>	Degradarea habitatelor naturale și a zonelor umede. Rata anuală de extragere a lemnului. Consumul anual de lemn de foc. Efectivul anual al speciilor rare.	Procentajul speciilor rare și periclitare în comparație cu numărul total. Schimbările în productivitatea biomasei. Reducerea speciilor rare sau periclitare. Rata de defrișare.
<i>Deșeurile</i>	Generarea de deșeuri municipale, industriale și nucleare. Emisiile metalelor grele. Emisiile compușilor organici. Folosirea pesticidelor.	Ariile poluate cu substanțe toxice. Calitatea solului și a apelor poluate. Calitatea biotice afectate și a ecosistemelor. Efectele de sănătate.
<i>Degradarea terenurilor și a solurilor</i>	Riscul eroziunii. Utilizarea curentă a terenurilor în agricultură. Capacitatea de suport (efectivul animalelor pe o suprafață de pășunat).	Ariile afectate și tipul de eroziune Indexul eroziunii. Procentajul de sol pierdut. Ariile afectate de deșertificare.

Referințe bibliografice

- 1 CEE/ONU, *Convenția privind evaluarea impactului asupra mediului în context transfrontalier*, Espoo, 1991, art.1 (vezi: <http://www.unece.org/env/eia/eiaresources.html>).
- 2 Vădineanu A., *Managementul Dezvoltării: O abordare sistemică*. ArsDocendi, 2004, 394 p.
- 3 *Fundamentals of Environment Impact Assessment*, IDB, 2002, p. 102.
- 4 *UNEP Training Resource Manual*, 2002, p. 258.
- 5 Diakonov K., Donceva A. ș.a., *Ekologhiceskoe proektirovanie i expertiza*, M., 2002.
- 6 Canter, Larry W., *Environmental Impact Assessment*. 2nd edition. New York: McGraw-Hill, 1996.
- 7 Diakonov K., Donceva A., *Ekologhiceskoe proektirovanie i expertiza*, M, 2001, p.70.
- 8 *Fundamentals of Environment Impact Assessment*. IDB, 2002, p. 113.
- 9 Federal Interagency Committee on Digital Cartography, *A Summary of GIS Activities in the Federal Government*, 1988.
- 10 WB Environmental Assessment Sourcebook Update, nr. 3, *Geographic Information Systems for Environmental Assessment and Review*, April 1993, p. 3.