

МЕТОДОЛОГИЈА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА И ЕВАЛУАЦИЈА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

І ДИО

МЕТОДОЛОГИЈА НАУКЕ О ЖИВОТНОЈ СРЕДИНИ¹

Сам термин метод (грч. *методос*) означава пут и начин истраживања или рада. Термин није везан за научно истраживање, него за све људске активности и односе. Тако говоримо о „методима производње“, „методима наставе“, „методима убјеђивања“, методима у сликарству“ и др. нас у овом случају интересују научно – истраживачки методи, као начини помоћу којих долазимо до истина о стварима и појавама, или потврђујемо одређене ставове, прије свега везане за животну средину, без обзира да ли се ради о природној или друштвеној средини. Објективна стварност захтијева од истраживача да егзактније² дефинишу границе предмета истраживања тако да се јасно детерминише³ мјесто сваке научне дисциплине у савременој науци.

Животна средина представља комплекс природних и друштвених појава и односа. То значи да истраживање животне средине намеће потребу укључивања низа природних и друштвених наука, а за рјешавање одређених проблема на релацији односа природе и друштва и људског мишљења и филозофије. То истовремено значи да наша истраживања животне средине морају прихватити и користити методе тих наука, мада то истраживање мора бити праћено и корпусом⁴ сопствених метода и методских поступака. У супротном бисмо имали конгломерат⁵ специјалистичких истраживања и истраживачких резултата, које не би било могуће синтезно сагледати као цјелину, што животна средина и јесте.

Један метод може да буде примијењен у више наука. Тако на примјер експеримент⁶ се примјењује почев од хемије и биологије, преко географије и геологије до економике (привреде, привредних система), права, психологије и филозофије. Свакако да експеримент који се користи за утврђивање тока неке хемијске реакције није исти са експериментом којим утврђујемо облике понашања појединих друштвених формација при промјени цијене и сл.

Са друге стране постоје методи који се могу примијењивати само у једној науци или за истраживање само једне појаве или процеса. Из свега тога се може извести закључак да не постоји један универзални метод, јединствени пут ка сазнању, већ да постоји цио систем метода. Систем метода омогућује да се успостави систем људског (са)знања, који је јединствен и међусобно условљен.

Науку о животној средини је могуће разматрати као општу методолошку основу која обједињује различите специјалисте који се баве истраживањем међуодноса средине и људи. Тај општи циљ и апликативни (намјенски, примјенљив) смисао, око кога се групише синтеза⁷ научног знања, имају науке о

¹ Преузето из: Др Милутин Љешевић (2010): ЖИВОТНА СРЕДИНА – теорија и методологија истраживања, Универзитет Сингидунум, Факултет за примијењену екологију ФУТУРА, НВО „ЕКОРИЗИК“ Београд; коментари, фус ноте и допуна текста: др Чедомир Црногорац;

² Егзактан – који потпуно одговара стварности; тачан, прецизан

³ Детерминисати – одредити, одређивати, утврдити, утврђивати

⁴ Корпус – збирка докумената, текстова података, грађе и сл, намијењена истраживању

⁵ Конгломерат – спој разноврсних елемената, смјеса, мјешавина

⁶ Експеримен(а)т - оглед, опит који се изводи ради проучавања природних појава, да би се дошло до истине или да би се провјерила нека хипотеза

⁷ Синтеза – 1. заустављање, спајање; 2. поступак којим се различити елементи спајају у нову цјелину

животној средини. Другим ријечима, нова синтеза знања мора бити усредсређена на комплекс изучавања свих односа и појава усмјерених на развој човјека, а на природно – историјском плану откривање његових стваралачких потенцијала и психофизичких могућности.

У данашње вријеме је неопходна даља синтеза знања, добијених на бази таквих савремених усмјерења као што је наука о животној средини, конструктивна географија, хумана екологија, изучавање проблема народног здравља (социјална медицина). Нова синтезна концепцијска⁸ апаратура демоекологије мора у себе укључити представе о здрављу човјека појединца и људске популације, откривање ресурса и резерви животне активности и начина одстрањивања негативних утицаја који могу настати при одређеним комбинацијама еколошких фактора.

Вишегодишња истраживања процеса узајамног дјеловања човјека (становништва) и спољашње средине и анализа података домаће и стране литературе омогућују да се издвоје специфичности квалитета живота човјека и људске популације, које се не уклапају у представе о стандардима живота и патологији.⁹ Одређени комплекс карактеристика, формираних под утицајем скупа фактора спољашње средине, назвали смо *еколошким условима опстанка и развоја људских популација*.

Реализација наведеног приступа се ослања на научно заснованом критеријуму за оптимизацију свих карика система квалитета живота по критеријуму „људско здравље“. Важан инструмент реализације тог задатка је антропоколошка експертиза,¹⁰ методолошки и методски је заснована разрада и реализација. Разрада тих проблема је везана за простор и вријеме гдје се одвија миграција и мобилност становника, што је праћено специфичностима адаптационог¹¹ процеса и спецификом¹² међусобних утицаја људи и спољашње средине у цјелини. Повећање нивоа квалитета живота становника захтијева низ диференцираних¹³ поступака организације система квалитетног живљења узимајући у обзир комплекс еколошких, социо – демографских фактора и медицинско – биолошких својстава становништва.

Сложена пракса унапређења социјално – економског планирања продукује „ефекат кашњења“ условљен недостатком критеријума за оцјењивање функционисања производних комплекса. То се манифестује тако што се разрада и увођење привредних рјешења базира на просјечним или застарјелим еколошким нормативима (утврђеним правилима за потошњу) (МДК – максимално дозвољених концентрација, режимима рада, исхране, социјалне инфраструктуре и сл.). Упоредо с тим, конкретна еколошка ситуација, социјално – демографске и медицинске карактеристике становништва сваког региона (подручја) захтијевају посебне поступке засноване на дубоким научним и практичним истраживањима.

⁸ Концепција – мисао, замисао; начин схватања или гледања на нешто

⁹ Патологија – грана медицине која се бави проучавањем узрока болести; скуп појава везаних за болест

¹⁰ Експертиза – испитивање и рјешавање неког питања, утврђивања истине у правном спору, вјештачење

¹¹ Адаптација – прилагођавање, подешавање

¹² Спецификум – нешто посебно, својствено; нарочитост, својеврсност, посебност, особитост

¹³ Диференција – разлика, различитост, неслагање, неподударње

Својства и специфичности научних метода у истраживању животне средине

За савремену науку је карактеристична све већа **диференцијација** научних дисциплина и специјализација. С друге стране све се чешће јавља потреба за међудисциплинарним истраживањем и сазнањима, јер „класичне науке“ нису у стању да пруже многе одговоре на суштинска питања односа и интеракције људи и природе. Такође, у посљедње вријеме је присутна све већа **интеграција** наука и научних дисциплина, а разлог је давање адекватних одговора на поменута суштинска питања.

Многи истраживачи сматрају да се свијет природе никако не може одвојено посматрати од свијета друштвених заједница и становништва у цјелости. Ако желимо зауставити угрожавање природне средине, а тиме и становништва наше планете, морају се мијењати социоекономски механизми, који производе еколошку кризу.

Животна средина представља свеукупни простор људског интересовања и дјелатности, који не може изучити ни једна од класичних наука, макар колико се „упињали“ бројни биолози, еколози, географи и бројни представници природних и друштвених наука да докажу „припадност“ животне средине само њима и само „њиховој науци“. Изучавање животне средине и проблема који прате појаве и процесе у животној средини све више захтијева мултидисциплинарни приступ и комплексну интеграцију низа наука.

Сам предмет истраживања науке о животној средини је комплексна појава коју не може да изучи само једна научна дисциплина. Она представља интеграцију друштвене и природне средине (живе и неживе) и баш у томе треба наћи најприхватљивија рјешења у општости такве интеграције, односно јединствености. Не инсистирамо на таквој науци која би захватила универзум сазнања о животу и животном простору, јер је то већ одавно предмет проучавања **филозофије**, али можемо закључити да је у научној опсервацији (посматрању) животне средине и дефинисању њене методологије неопходна синтеза највишег обима. Научна синтеза, интердисциплинарност и мултидисциплинарност су неопходне, јер је ријеч о **мега систему** садржаја, како у методолошком смислу тако и у реалном простору и времену.

Предмет методологије науке о животној средини

У разним научним истраживањима постоје и различити методи, а и наука о животној средини користи читав низ метода, које јој служе да би се дошло до истраживачких резултата. Предмет методологије уопште је *метод*, а **методологија** се дефинише као *наука о методима, односно путевима сазнања*. Општа методологија науке је филозофска дисциплина и бави се научним методом и теоријом сазнања/спознаје. Свака наука има сопствену методологију истраживања. За конституисање једне науке неопходни су: постојање сопственог предмета истраживања и изграђена методологија.

Животна средина, као универзални комплекс предмета и појава захтијева примјену разних метода истраживања. Да би истраживали поједине/појединачне елементе/геокомоненте животне средине (вода, ваздух, тло) неопходно је коришћење разних метода хемије, физике, педологије, биологије и других „елементарних (основних)“ наука. У истраживању компонената животне средине (клима, рељеф, екосистеми, људско друштво) служимо се комплекснијим методима географије, екологије, социологије и „*сличних наука*“. Ако желимо дефинисати различите односе на релацији човек – његово окружење или на релацији друштво – природна средина, потребно је користити методологију највишег обима комплексности, од метода економике до филозофије и логике.

То не значи да при истраживању животне средине треба само да „позајмљујемо“ методе других наука, а да не изграђујемо сопствену методологију. Изнесене чињенице указују на интеракцију животне средине.

Ни један метод, ни из егзактних наука¹⁴ нити из фундаменталних (основних, темељних) наука, није у стању да да одговоре у односу човјека и деградираних средине (повратна спрега), затим о значају очувања и унапрјеђења животне средине, као и на друга „*суштинска*“ питања. Потребно је да константно (у оквиру животне средине) установљавамо сопствене методе истраживања у циљу добијања адекватних одговора.

Задаци методологије науке о животној средини

Суштинска улога методологије науке о животној средини је да анализира методе низа других наука које можемо да користимо при истраживању животне средине у циљу оптималног коришћења и прилагођавања потребама истраживања животне средине. Битан задатак ове методологије је изучавање сопствених метода за анализу примјењиваних метода, да да сугестије за њихову модификацију и разради упутстава за њихову евалуациону апликацију. Неопходно је, такође, да се изврши класификација метода који се користе у истраживању животне средине, да би истраживачи плански и научно обављали своја истраживања.

Као битан предуслов повезивања теорије одговарајуће науке са њеном примјеном у пракси јесте методологија те науке. Да би се технологија развила и развијала неопходно је да су добро разрађени научни методи. „С друге стране, могло би се рећи да се савремена методологија претвара у технологију своје врсте, наиме у технологију оне производње у којој се производе нова сазнања“¹⁵. Задатак „технологије сазнања“ науке о животној средини јесте да омогући што већу примјенљивост знања, али и да развија и разрађује саме путеве којима се долази до сазнања, тј. метода научног истраживања.

Систем метода који се користе у истраживању животне средине

Методологија сваке науке представља одраз те саме науке, а ова опет представља адекватан одраз свога предмета истраживања. То значи да

¹⁴ Егзактне науке – науке које своје проблеме рјешавају путем мјерења и експеримената, на основу тачно утврђених закона

¹⁵ Zaječaranović, G. (1977): *Osnovi metodologije nauke*. Naučna knjiga, Beograd

одређеном систему животне средине мора бити сагласан и систем метода, односно да методологија науке о животној средини мора да буде усаглашена са системом животне средине. Систематизација метода се може извршити по разним основама, али је најприкладнија *предметна систематизација*, односно класификовање метода на основу утврђеног система животне средине. Осим овога може се обавити и *технолошка систематизација*, или *просторна систематизација метода*.

У класификацији метода који се користе при истраживању животне средине полази се од класичне подјеле метода на опште и посебне. *Општи методи* се користе у великом броју наука (у суштини, у свим наукама) и помоћу њих развијамо саму технологију истраживачког рада. Општи методи се баве општим питањима сазнања, а у сазнањима о животној средини налазе пуну примјену, поготово што је средина веома комплексан предмет људског интересовања. Ови методи се изучавају у оквиру многих наука, а нарочито у Општо методологији науке. Ту спадају основни методи изучавања процеса сазнања, као што су: метод анализе и синтезе, метод експеримента, статистички метод, метод моделовања, дијалектички метод и др.

Посебни методи служе за истраживање конкретне проблематике животне средине. Треба разликовати разне технолошке методе који се користе у заштити, пречишћавању и унапријеђивању животне средине (метод пречишћавања отпадних вода, метод заштите биљака, метод унапријеђивања квалитета земљишта, метод пропаганде унапријеђења средине, метод предавања проблематике животне средине и сл.) од метода истраживања саме животне средине. Посебни методи треба да дају одговоре *како, зашто и колико* се нешто дешава у нашем окружењу, односно животној средини. Проблем технологије заштите и унапријеђења животне средине, методи и поступци који се при томе примијењују, проблем су других приступа и разматрања.

У оквиру посебних метода истраживања животне средине издвајају се двије групе:

- *Методи непосредних истраживања*, припада правој методологији науке о животној средини и
- *Методи саопштавања истражених резултата*, која се може сврстати у методiku науке о животној средини.

Класификација¹⁶ је извршена према начину и мјесту примјене појединих метода, тако да имамо подјелу метода на теренске, лабораторијске, кабинетске и сличне методе. У оквиру свих тако подијељених метода, може се извршити даља класификација према предмету истраживања (методи истраживања ваздуха, воде, тла, друштвених односа у средини, дјеловање загађивача на здравље људи и др.) и на крају, према припадности појединих метода „матичној науци“.

Савремени развој научног знања се карактерише различитим тенденцијама,¹⁷ као што су:

- Синтеза знања, интеграција¹⁸ резултата и достигнућа различитих наука;

¹⁶ Класификација – разврставање на класе, групе према одређеним критеријумима, подјела, нарочито у науци

¹⁷ Тенденција – тежња, склоност према нечему

¹⁸ Интеграција – спајање дијелова у цјелину; повезивање, обједињавање, сједињавање

- Диференцијација¹⁹, продубљивање и специјализација (усмјеравање нечега у само једном правцу), сужавање проблема у циљу стварања претпоставки за њихово детаљније истраживање;
- Томизам (редукционизам) у науци води међусобној изолацији појединих научних дисциплина једних од других, а често и од постојеће реалности.

Постоје социјални, економски и технички фактори који омогућавају рационално контролисање промјена животне средине. Методолошки је веома важно разликовати појмове „природна средина“ и „животна средина“. **Природна средина** је дио животне средине. Она обухвата природне компоненте, како материјална тијела (вода, ваздух, земљиште, биљке, животиње и микроорганизме), тако и енергетске појаве (радиоактивност, гравитација, топлота, електрицитет, свјетлост, звук), као и одговарајуће природне процесе. **Животна средина** је све оно што окружује човјека, дакле и природна средина. Она је поликомпонентни (вишекомпонентни)²⁰ систем са мноштвом директних и повратних веза и односа, који укључују и човјека (организам, личност, друштво, човјечанство). Наука о животној средини је интегрална наука о средини и условима егзистенције човјека и његове средине.

Научна тумачења односа у систему човјек – животна средина

Промјенљив однос људи и животне средине, преображај предјела, увећање просторне мобилности становништва и мјере за оптимално унапријеђења здравља људи су основне детерминанте савременог друштва. Примјетно је да рјешавање тих проблема, који у данашње вријеме добијају наглашен еколошки „тоналитет“²¹, исказује опште друштвену мјеру науке, створену развојем друштва и научно – техничког напретка. Истраживање наведених проблема, оствариво комплексом природних, друштвених и техничких наука, у хуманом друштву је усмјерено на свестран развој људи и задовољење њихових економских, здравствених/еколошких и духовних потреба.

Анализирајући структуру различитих истраживања, као и разне изворе литературе, могуће је констатовати да наука о животној средини представља један од водећих мултидисциплинарних проблема. Значај њених аспеката²² и праваца истраживања је различит. На нивоу проблема у цјелости успоставља се интеракција између екологије, друштва и човјека, врше се пројекције осмишљавања овог мултидисциплинарног проблема са филозофског и етичког (моралног) становишта. Упоредо са глобалном животном средином дефинише се питање регионалне и примијењене екологије. Значајна пажња се поклања еколошкој кризи, могућим путевима изласка из ње, општим принципима управљања животном средином.

Прегледом појмова, термина, опредјељена и приступа предмету науке о животној средини и њиховом анализом може се констатовати да до сада наведене формулације представљају одреднице истог предмета. Присуство различитих

¹⁹ Диференцијација – разликовање, проналажење и истицање разлика

²⁰ Компонента – саставни дио, састојак, чинилац, елемент

²¹ Тоналитет – боја која преовлађује; колорит - фигуративно: скуп обиљежја која чине специфичност, особеност неког умјетничког дјела, епохе, краја итд.

²² Аспек(а)т – изглед, вид, појавни облик, гледиште, становиште, угао посматрање

гlediшта на животну средину је резултат сложености опште закономјерности међуодноса природе и људског друштва (интеракције физиогених и антропогених процеса и појава). Савремени проблеми науке о животој средини прерастају у конкретне задатке од чијег рјешења зависе многи економски, медицински, техничко – технолошки и други параметри нашег свакодневног живота.

Истраживања сложеног система човјек – друштво – природа захтијева интеграцију низа наука и научних дисциплина (природне, хумане, техничке и друге науке), синтезу њихових концептуалних²³ поставки и емпиријска (искуствена) сазнања. Такав приступ је све присутнији код низа наука. У географији се истичу географи – конструктивисти, који се баве истраживањем веза међу елементима географског система у које су укључени и елементи природне и географске средине и њихове узајамне везе и односи. У екологији, а нарочито у примијењеној екологији и наукама које се тичу животне средине је све присутније схватања и тумачења односа човјека и природе, технике и технологије и природе. И у другим наукама се све више, са становишта принципа сваке науке, разматра интегрални (цјелокупан) однос човјека и животне средине. Многе техничке науке данас све више разматрају своје учешће у рјешавању проблема животне средине. Њихов удио је специјалистички (пројектовање система за пречишћавање медијума²⁴ животне средине), али и интегралан, јер се не могу укључити у рјешавање проблема животне средине уколико не познају интегралност односа човјека и животне средине. Информационе науке све више су оријентисане на елементе и садржаје у животној средини, а њихова улога је немјерљива у сектору (области) контроле и управљања животном средином. Стога се развио специфичан информациони систем, како за потребе сакупљања информација о квалитету животне средине, тако и за симулационо (имитирање стварних услова у неком експерименту) моделовање могућих промјена у њој.

Заоштрена проблематика деградације природне средине није могла избјећи веома важан фактор – човјека као биосоцијално створење (биће). Различита гlediшта истраживања одржања и развоја човјека у условима савремене еколошке ситуације добија све шири замах (размах). Настала у оквирима опште екологије, али и других наука које се интересују за специјалне процесе односа човјека и природе, ова истраживања у методолошким и методским приступима шире хоризонте код разматрања проблема. То ствара нове интердисциплинарне научне правце – социјалну и хуману екологију и демоекологију.

Аналогне (сличне или одговарајуће) тенденције карактеришу развитак таквог мултидисциплинарног комплекса наука као што су примијењена екологија, хумана екологија, медицинска екологија, наука о животној средини, конструктивна географија, које су усмјерења новог, растућег комплекса (скупа појава и предмета) који захтијева још многе теоријске и практичне разраде. Значајна је при томе и улога биолошко медицинских наука, прије свега геопатологије, екомедицине и медицинске географије, које истражују широки спектар питања обољевања становништва у конкретним географским условима и улога свих еколошких фактора који увећавају или умањују „*патолошку сјенку*“, пратећи функционисање

²³ Концептуалан – који се тиче основне замисли концепције; који је у вези с мишљењем, појмовни

²⁴ Медијум и медиј – 1. биолошка – хемијска - физичка средина у којој се нешто налази, окружење; средина у којој се обавља неки оглед, преносник

здравља и биофизике (наука која се бави испитивањем физичких процеса у организму) организма човјека и људске популације. Развијају се уопштене медицинско – биолошке теорије адаптације људи на различите географске регије, истраживања утицаја различитих еколошких фактора (укључући измјене интензитета Сунчеве радијације, колебања геомагнетног поља Земље и сл.) на појединца и укупну људску популацију. Све више се разматра и питање адаптације на загађен ваздух, воду и храну, као и посљедице немогућности те адаптације. Разрада таквих и по проблематици сличних питања захтијева јединствен концептуални приступ, завршну кристализацију (формирање сталних, јасних, коначних облика, ставова) теоријске основе нових синтезних наука²⁵ – науке о животној средини и примијењене екологије. Ове науке не смијемо посматрати као агломерат (гомилу) разнородних дисциплина, већ као нове јединствене синтезне науке.

Да би се разјаснило мјесто предмета примијењене екологије (науке о животној средини) потребно је дати осврт на изворне појмове, који чине увод у ову научну дисциплину а то су *екологија*, *демографија* и *животна средина*.

Екологија је наука о односу биљних и животињских организама и њихових популација са средином у којој живе. Објекти екологије могу бити популације организама, врсте, заједнице **екосистема** и **биосфера** у цјелости. Током XX вијека, у контексту растућег и до сада непознатог повећања дјеловања човјека на природу и загађивања животне средине, екологија је добила посебан смисао. *Екологија* је наука која се бави условима опстанка живих бића, односима између појединачних организама и других организама, као и физичке средине у којој они егзистирају. Овај термин у науку је увео 1866. године њемачки биолог дарвиниста Хекел у раду „Generelle Morphologia organismem“. Он је екологију схватао као „науку о односу живих бића и средине у којој живе“. Међутим, екологија као наука има знатно старију историју. Њене научне основе можемо наћи још код античких филозофа, а нарочито код познатих природњака XVIII и XIX вијека (Хумболт, Ламарк, Сент Илар и др.). Ипак екологија се систематично почела изучавати тек у XX вијеку. Као научна основа екологије прихвата се учење Дарвина (Darwin Charles) о „борби за опстанак“ као важећег механизма на свим нивоима организације живог свијета.²⁶ Он овде укључује на само борбу између организама за животне ресурсе, већ и њихове реакције на различите факторе животне средине, чијим су посредством они прилагођени за опстанак у конкретним условима. Данас се екологија издиференцирала на три дисциплине: факторијалну екологију (аутоекологију), популациону екологију (синекологија) и биогеоценологију.

Факторијална екологија (аутоекологија) изучава односе представника појединих врста са средином у којој живе. Иначе, факторијална екологија истражује јединство еколошких чинилаца, који дјелују на изоловану живу јединку и њене одговарајуће реакције на дата дејства. Ова дисциплина се још назива и *екологија врсте*. Ауто екологија је тијесно повезана са физиологијом (науком о

²⁵ Синтеза – састављање, спајање

²⁶ Дарвинову борбу за опстанак (енг.struggle of life) умјесто борбе у класичном смислу пожељније је тумачити као такмичење у коме превласт неће добити јачи већ способнији. Само је у оваквим условима заправо и могуће да природом истовремено владају на први поглед контрадикторни закони „општа равнотежа“ и „борба за опстанак“.

процесима и функцијама организма) и **морфологијом**²⁷ организма. *Еколошки фактори* су чиниоци средине који имају суштински утицај на живи организам. Дијеле се на двије велике групе:

- *абиотичке факторе* (фактори неживе средине) и
- *биотичке факторе* (везани за дјеловање других живих бића).

У абиотичке факторе убрајамо: климатске, едафске²⁸, топографске, хидрофизичке и хидрохемијске факторе. Од климатских фактора основни еколошки значај имају: температура, влажност и свјетлост. Секундарни климатски фактори су: вјетар, ваздушни притисак и др. Најзначајнији климатски фактор је *температура*. Од ње зависи интензивност размјене материја организма и њихова географска распрострањеност. Сваки организам је прилагођен да живи у предјелима одређеног температурног интервала (температурна валенца). За разне врсте организма ти интервали су различити. За већину организма амплитуда оптималних температура, при којима се интензивно одвијају животне функције, је релативно мала. Велики еколошки значај има и *влажност*. Разликујемо неколико видова влажности:

- *апсолутна влажност* – количина водене паре у 1 m³ ваздуха;
- *максимална влажност* – количина водене паре (у грамима) неопходна за потпуно засићење влагом кубног метра ваздуха при одређеној температури;
- *релативна влажност* – процентуални однос максималне и апсолутне влажности; исказује степен засићења ваздуха воденом паром.

Сви живи организми, у зависности од њихове потребе за водом, дијеле се на сљедеће еколошке групе:

- *водени или хидрофилни организми* – живе у води;
- *хигрофилни организми* – живе у врло влажним условима;
- *мезофилни организми* – имају умјерену потребу за водом, и
- *ксерофилни организми* – живе у сушним условима.

Свака од наведених група организма је индикатор одговарајућих еколошких својстава територије коју настањују.

Велики еколошки значај има *свјетлост*. Свјетлост или Сунчева радијација припада електромагнетном спектру таласне дужине између 0.4 и 0.76 микрометара (невидљиви дио Сунчевог спектра зрачења). Свјетлост или ултраљубичасти спектар зрачења Сунца (UV зрачење) је значајан еколошки фактор и јединствен је и примарни извор енергије у екосистемима.

У *едафске (везане за земљиште) факторе* убрајамо цјелокупна физичка и хемијска својства земљишта (структура, хемијски састав, вода и ваздух у њему, присуство органских и минералних материја). Едафски фактори одређују услове живота организма који живе у земљишту, али и биљкама чији је корјенов систем у њему. Едафски фактори, заједно са климатским и радијационим, утичу на примарну продукцију органске материје и носиоци су живота на копну. Они су први у ланцу исхране живих организма (продуцента) јер обезбјеђују биљкама

²⁷ Морфологија – наука о облицима; *геогр. биол.*; наука која проучава облик, величину и структуру биљних и животињских организма...и др.

²⁸ Грчки *édaphos* – земља, тло

минералне материје и воду, које улазе у састав живих организама, гради њихова тијела и обезбјеђује њихов метаболизам.

Хидролошки фактори су везани за својства вода (подземних, површинских и др.) одређеног географског простора. Њихова еколошка улога је дефинисана физичким и хемијским карактеристикама и њеном (еколошком) динамиком. Вода је медиј (средина) настанка живота, средина егзистенције многих организама и фактор одржања и развоја скоро свих живих бића. Вода обезбјеђује метаболизам свих живих бића на нашој планети, улази у састав свих живих организама и основна је градивна материја свих живих бића. Вода транспортује минералне материје до ћелија и као таква је носилац живота.

Биотички фактори. Савремени/актуелни становници биосфере по начину исхране се дијеле у двије велике групе: *аутотрофне*²⁹ и *хетеротрофне*. Карактер биотичких фактора је одређен обликом међусобних веза и односа живих организама. Тако се везе међу организмима дијеле на:

- *хомотипне* (однос међу јединкама исте врсте) и
- *хетеротипне* (однос међу јединкама различитих врста).

У оба случаја односи и везе су веома различити: од неутрализма, конкуренције, симбиозе, паразитизма до предатора (грабљивица) и др.

Популациона екологија изучава услове настанка, структуру и динамику природних група јединки исте врсте – популације. Главни задатак популационе екологије се састоји у дефинисању ареала распрострањења појединих врста, генетског састава, механизма динамике бројног стања, односа старосних група, фактора уређења и образовања група, фактора консолидације и др. Популациона екологија изучава колебање бројности различитих врста и установљује узроке њихових појава. Изучава јединке, не изоловано већ у саставу популације. Популациони приступ у изучавању природе има велики практични значај. Ако не знамо закономјерности животних функција популације, не можемо научно разрадити мјере за рационално коришћење природних богатстава. Популациони приступ анализи природних појава је заснован на способности сваке врсте да регулише своју бројност на одређеној територији под дејством различитих абиотичких и биотичких фактора. Посебан значај има метаболичка регулација.

Наука о популацијама и њиховим односима са средином живљења је отворила потребу изучавања више сложених организација материје – *биогеоценозе*. Тако се формирала посебна научна дисциплина екологије – *биогеоценологија*. Физичка средина одређене географске цјелине, тј. биотоп заједно са свим јединкама различитих врста, које кроз међусобне односе изграђују биоценозу, образују биогеоценозу (екосистем). Предмет биогеоценологије је изучавање односа међу јединкама, које се јављају у разним популацијама, а такође и њихов однос са биотопом. У њен задатак улази и одређивање граница датог екосистема, анализа ланца исхране у њему, изучавање састава по врстама, бројности јединки итд. Рјешавање кардиналних проблема екологије је тијесно повезано са присуством животно важних задатака развоја привреде и друштвених потреба, услова живота људи и квалитета њихове животне средине. Најважнији еколошки проблеми су:

²⁹ Аутотрофија – способност зелених биљака да органска једињења потребна за грађење ћелија саме синтетизују из неорганских материја

1. *Механизам адаптације на средину* обухвата примарне адаптивне реакције понашања, варирања група унутар појединих врста, вишеврских заједница и др. У данашње вријеме посебну улогу има истраживање адаптације организама у екстремним условима (високе температуре, хладноћа, бестежинско стање) због истраживања прилагодљивости организма у космичким условима и сл.

2. *Регулација бројности популација* подразумијева разраду мјера за регулисање бројности штеточина у пољопривреди и шумарству, преносника болести, производних и меркантилних видова. Ови резултати се могу користити код планирања обима производње (приноса у пољопривреди и шумарству), прогнзирања развоја одређених популација, борбе са штеточинама и коровима.

3. *Управљање производним процесима* укључује квантитативна и квалитативна својства енергетског тока у екосистему. То подразумијева: управљање процесом **фотосинтезе**³⁰ и повећање њеног обима, увећање приноса, подржавање плодореда и оптималне обраде земљишта, превентивне мјере заштите земљишта од испошћавања и ерозије, ефективност фертилизације (додавање неопходних минералних и органских састојака земљишту ради одржавања или поспјешивања његове плодности) и рационални распоред усјева.

4. *Еколошка индикација* укључује питања тјесно повезане са различитим гранама индустрије и пољопривреде, одређивање размјере и прогнзирање посљедица дјеловања човјека на природну средину (степен загађености воде, ваздуха и земљишта), допустивог исцрпљивања земљишта, максимално дозвољених концентрација (МДК) загађујућих материја у средини и др.

5. *Еколошки мониторинг* је систем планских и континуираних осматрања параметара природне средине. На бази добијених података о стању природне средине, могуће је вршити рационално коришћење природних ресурса и управљање квалитетом средине, али и производних процеса.

Настанком и развојем у статусу посебне научне дисциплине у систему биолошких наука, *екологија* или прецизније еколошки начин изучавања појава и процеса, добио је у данашње вријеме карактер општег научног погледа и приступа. Тешко да има смисла резултате свих еколошких истраживања објединити у јединствену самосталну науку. Покушај таквог свеобухватног обједињавања у опште оквиру екологије може довести само до збрке и неконструктивних резултата. Преглед одређења, појмова и приступа предмету екологије може се наставити. Анализирајући их, треба констатовати комплексност опште закономјерности интеракције (међусобног односа) природе и друштва. Указивање све већег броја представника различитих наука на проблеме екологије човјека (хумане екологије) условљено је савременом тенденцијом екологизације науке. Неколико десетина година уназад еколошка литература се више сретала у умјетничкој и публицистичкој литератури. Савремени проблеми екологије човјека прерастају у конкретне задатке од чијег рјешења зависе многи економски, медицински и други аспекти људског живота.

Под **демографијом** се подразумијева наука о становништву, која, на темељу демографске статистике, проучава разна својства становништва, статичка и динамичка: становништво по полу, узрасту, врсти занимања, природно и

³⁰ Биол. процес при коме се у зеленим дијеловима биљке, под дејством свјетлости, једноставнији молекули претварају у сложеније

механичко кретање становништва, демографске прогнозе и др. *Демогеографија* (географија становништва) је друштвеногеографска дисциплина која проучава становништво Земље или појединих њених дијелова са становишта географске условљености његовог броја, структуре и динамике. Она проучава регионалне разлике у репродукцији (природном кретању) становништва, социјални састав становништва, његов етнички састав, радне ресурсе и њихово искоришћавање, интензитет, састав и правце миграција, густину насељености и типове насељавања територија, пиосљедице деаграризације и урбанизације и др. Демогеографија је по предмету и методама истраживања најближа *демоекологији*. Разлике између демогеографије и демоекологије су томе што се у демоекологији становништво третира као опулација у екосистему, док је у демогеографији становништво схваћено као елемен(а)т, компонента и фактор у географској средини.

Предмет интересовања *демоекологије* је однос између становништва и његове природне и радом створене средине (географске средине). Тиме се она управо и детерминише као наука која се бави тим односом. Она се конституисала као својеврстан облик популационе екологије усмјерен на људску популацију (становништво). Демоекологија се налази у почетној етапи установљења, а предмет и методологија њеног истраживања се у значајном обиму још преиспитују. Постоји низ дефиниција екологије човјека и људске популације (хумане популације). Због елиминисања могућих недоумица, неопходно је одредити основне разлике између низа научних дисциплина које се баве изучавањем екологије човјека и екологије људске/хумане популације.

Неопходно је, такође, дефинисати дистинкцију (разлику) интеракције предмета истраживања и таксономије³¹ демографије, географије становништва, хумане екологије, антропоекологије³² (екологије човјека), социјалне екологије (друштвени аспекти екологије) и демоекологије (екологије људских популација и становништва). Поставља се посебно питање диференцијације предмета изучавања између демоекологије, антропоекологије, хумане екологије и социјалне екологије. Преко основних дефиниција појединих наведених научних дисциплина може се анализирати специфичност (различитост) предмета њиховог истраживања.

АНТРОПОЕКОЛОГИЈА изучава законитости односа човјека (јединке) и његове животне средине, очувања и унапређења људског здравља, усавршавања физичких и психичких могућности људске јединке. Антропоекологија се управо бави односом човјека (као биолошке јединке) и природне средине, узимајући у обзир све разлике између човјека и других „конкурентних“ јединки и заједница у смислу потребе за простором и животним ресурсима. Она се такође бави и утицајем животне средине (природне и створене утицаје) на здравље човјека. У том смислу издвајају се слjedeће „области?“ антропоекологије: *медицинска екологија, саноекологија и созоекологија*. Такође, постоји неколико одредница предмета изучавања екологије човјека:

1. Екологија човјека (антропоекологија) је једна од посебних научних дисциплина упоредо са хигијенским и другим наукама, а њен предмет истраживања су посебне закономјерности односа човјека и његове околине;

³¹ Таксономија – наука о основама реда, систематизације у некој струци, систематика

³² Антропологија – наука која проучава човјек и његов развој на основу физичких и психичких особина, историје, археологије, социологије и науке о језику

2. Антропоекологија је опште научна дисциплина која изучава закономјерности односа човјека и његове околине уопштавањем резултата посебних наука;

3. Антропоекологија је научна дисциплина која изучава одређену страну односа човјек – средина, јер истражује посебну страну тог односа, неистражену од стране других наука;

4. Антропоекологија није научна дисциплина у традиционалном поимању те ријечи; она је метатеоријска концепција (развијена идеја, систем схватања) која испуњава интергративну (обједињујућу) функцију у систему знања о биологији и здрављу човјека и његовог односа према окружењу и окружењу према човјеку. Она представља опште научну методологију истраживања реалног односа човјека и његове животне средине.

ХУМАНА ЕКОЛОГИЈА³³ је научна дисциплина која се бави истраживањем релације човјека као хуманог бића и других људи, односа према елементима и компонентама природне и створене (географске) средине, као и установљењем оптималних услова за живот човјека у њој без нарушавања интегритета и функционисања те средине. У почетним етапама развоја разматрана је као грана опште екологије и фактички је представљала биолошку концепцију социјалних појава. Заправо, она је понашање територијално локализованих људских заједница покушавала да тумачи аналогјама закона и еколошких односа својствених осталим биолошким групама и заједницама, што је имало за посљедицу бројне злоупотребе у расистичке и етноцентристичке сврхе.

Временом су се у оквиру хумане екологије диференцирале посебне научне дисциплине као што су: *еколошка етика*, *еколошка естетика*, *еколошка семантика* и *семиотика*, *екозофија (екофилозофија)*, *еколошко васпитање* *дидактика (методика) екологије*, *еколошка свијест*, односно *мета екологија* и др. Хумана екологија је наука која још није у потпуности добила право „грађанства“, није коначно дефинисала предмет и метод свог истраживања, па су честе редифиниције и реинтерпретације ове научне дисциплине. Упркос свему, постала је једна од најпопуларнијих области људског знања. При томе, публицистички радови знатно премашују експериментална истраживања и теоријска разматрања. То је зато што у хуману екологију многи аутори уносе разне садржаје, који неријетко имају популистички, а понекад и сензационалистички смисао и садржај.

СОЦИЈАЛНА ЕКОЛОГИЈА³⁴ се бави изучавањем друштвених фактора (правни, политички, економски, образовни и др.) који утичу на квалитет живота, као и начине ефикаснијег дјеловања тих фактора на побољшање квалитета животне средине. Социјална екологија има за предмет и изучавање социјалног миљеа као и односа економије и других друштвених дјелатности и активности према животној средини. У оквиру социјалне екологије дтерминисане су су научне дисциплине:

³³ Енглески термин *human ecology* се најчешће преводи као екологија човјека, при чему се човјек прије свега посматра као социјално (друштвено) биће. Хумана екологија разматра разумски (умни), односно људски однос према људском станишту, тј. животној средини у цјелости.

³⁴ Термин „социјална екологија“ (*Social ecology*) се први пут појавио 1921. године у дјелима америчких социолога Р. Парка и Е. Брејсиса. Он је био употребљен ради одредбе теорије која проучава понашање људске популације у условима градске средине. Данас се под овим појмом подразумијева однос друштвених (социјалних) система и животне средине, а прије свега природне средине. Социјална екологија дакле третира и питања еколошког права, еколошког образовања, еколошке политике и др.

еконологија (економика животне средине), еколошко право, екополитика (политичка екологија) и др.

Социјална екологија се везује за чињеницу да су скоро сви еколошки проблеми данашњице, повезани за друштвене системе, резултат асоцијалног понашања друштвених заједница. Потцјењивање социјалних проблема у еколошким истраживањима и рјешавањима еколошке кризе је свакако заблуда о чему свједочи парадигма (образац) људске будућности гдје се социјално и економско благостање везује за еколошко благостање. Све се више прихвата чињеница да квалитет живота није само економска развијеност већ и развијеност социјалних односа и очување квалитета животне средине као предуслова укупног, интегралног здравља људи.³⁵ Настанак социјалне екологије се везује за сам друштвени развој, као и за општи развој (неке) науке и спознаје духовних вриједности друштвених заједница. Прву дефиницију социјалне екологије дао је McKenzie 1925. године као науку која се бави истраживањем људског начина живота, који је резултанта основних утицаја средине у којој дато друштво егзистира. Халеј (Howley, 1944) сматра да је социјална екологија наука која се бави друштвеним заједницама у одређеним условима животне средине. Социјална екологија је током педесети – шездесетих година XX вијека подразумијевала да се еколошка питања не могу раздвајати од социјалних и обрнуто. Доводећи у везу организацију друштва и друштвених система са стањем животне средине социјална екологија се приближила проблемима еколошке политике, као и другим друштвеним сегментима и системима функционисања.

ДЕМОЕКОЛОГИЈА је научна дисциплина која се бави односом становништва (људских популација) и животне средине. При томе се прије свега мисли на утицаје еколошких фактора на насељавање и функционисање људских заједница, настањивање и удруживање у смислу усаглашавања интереса људске заједнице (становништва) и потреба функционисања природне и створене (географске) средине. Аутор познате монографије „Основи екологије“ У. Odum (1975) наводи: „... ако би хтјели да размотримо међусобне односе природних и цивилизацијских својстава људи, екологија човјека мора ући у оквире опште екологије“. И даље: „... екологија становништва као наука у оквирима шире демографије се занима популационом анализом становништва тако да је не интересују само унутрашњи фактори динамике популације већ и везе популације са обимнијим структурама и спољашњим факторима“. У оквиру демоекологије и паралелно са њом развијале су се научне дисциплине као што су: *екологија људских популација*, *екологија насеља (урбана и рурална)*, *екологија рада* и др. Важан задатак демоекологије је откривање законитости економског освајања територија у процесу њиховог трансформисања и прилагођавања потреба становништва.

Најисправније је екологију становништва (демоекологију) разматрати као нову усклађујућу синтезну науку (тачније асоцијацију наука) која је дужна да генерализује резултате више научних дисциплина. Упоредо са тим се мора развијати и антропоеколошки приступ (концепција антропоекологије) у многим

³⁵ На том плану најдаље се отишло са промоцијом „одрживог развоја“ као посебног модела одређене савремених друштава, гдје социјална екологија има посебно мјесто нарочито у контексту (цјелини) социјалних и еколошких аспеката (гlediшта) одрживог развоја. Социјална екологија економски развој посматра (третира) као социјалну категорију квалитета живота.

областима знања. Тиме би се према овом концепту демоекологија представљала јединство медицинско – биолошких, географских и хуманистичких наука које у оквирима демоекологије истражују међусобне односе популационих група и њихове животне средине и њених географских садржаја – морфолошке особености, потенцијалне и актуелне патологије бројности, животних и привредних навика становништва, условљених утицајем спољашње средине на њих. Мишљења смо да медицинску географију и њене граничне медицинске и биолошке науке које истражују међусобни однос околине и становништва у сфери здравља људи и заузима одређени аспект у антропокологији, могуће је објединити појмом *саноекологија*, која подразумева асоцијацију наука које се баве здрављем становништва са широких еколошких позиција.

Погодна линија интеграције и сплета знања може бити условно означена као *примијењена екологија*. Развој подобне конструктивне синтезе је садржан, на примјер, у методологији конструктивне географије. Он је заснован на широком друштвеном захтјеву науке и праксе, гдје се у центар поставља задатак развоја производног рада и развоја самог човјека, његовог продужетка радне способности и активности.

Тако се демоекологија не може сматрати само демографском дисциплином, дакле уском специјалистичком науком, нити се може третирати као генерална синтеза наука – **метанаука**³⁶ која обухвата и друштвене и природне појаве и процесе. Демоекологију не можемо раздвајати од социјалне и хумане екологије, али ни од класичне биокологије нити од науке о животној средини., па чак ни од еколошког инжењерства и еколошке технике. Демоекологија није само ни еколошка дисциплина јер се не бави искључиво еколошким проблемима развоја и опстанка становништва. Бави се и проблемима организације становништва како у функцији његовог сопственог развоја, тако и у функцији очувања квалитета животне средине и квалитативног односа између становништва и његове хабитације.³⁷

Научне основе детерминације еколошких аспеката квалитета живота људи

Људи су постали веома моћан фактор у природи. Упоредо са социоекономским развојем човјечанства, ефективност његовог (човјековог) дејства на природу, а повратно и на себе расте геометријском прогресијом. Упоредо са тим расту и секундарни ефекти : исцрпљивост необновљивих ресурса, загађивање животне средине, разарање историјски усклађених природних равнотежа.³⁸ Ако ови секундарни ефекти не буду контролисани, могу наносити штету или губитак животне средине и квалитета људског живота. На неким дијеловима планете ти

³⁶ мет, мета (грч. μετά) као први дио ријечи значи: са-, уз-, међу-, за-, по-, из- итд; као и латинско trans- подразумева промјену мјеста, реда, стања, природе; заједничко дјеловање, учествовање; тежњу, тражење; да је нешто иза или после (нечега)

³⁷ Хабитација (лат. habitatio) 1. животна средина погодна за живот јединке или друштва, 2. мјесто гдје се станује; стан, станиште, дом

³⁸ Најновији резултати показују да овакав став није више прихватљив; секундарни ефекти показују сасвим другачије вриједности од предвиђених модела на нивоу наше планете

секундарни ефекти су већ кумулативно достигли такав степен да средина егзистенције човјека и других живих бића постаје неподношљива или немогућа. Не може се казати да социоекономски развој друштва неопходно води до деградације животне средине. Проблематика науке о животној средини се третира на социјалном, медицинско – биолошком и техничко – технолошком нивоу. Реална опасност од еколошке кризе је резултат низа друштвених фактора. Тиме се објашњава раст истраживања и на социјалном нивоу.

Социјални ниво

На социјалном нивоу могуће је издвојити шест основних проблема. Условно их можемо означити као правце који су консеквентни са проблемима животне средине становништва.

1. *Демографски проблем* (The population problem). У оквиру ове проблематике истражују се везе екологије и демографије, популациона динамика, однос поулационих ресурса и савремене технологије, однос природних ресурса и раста становништва, процјене популационог оптимума, разрађују питања планирања породице, контрола рађања и популациона политика.

2. *Проблем ресурса* (Natural resources). Изучавају се водни, енергетски, прехрамбени и други природни ресурси планете, екологија ресурса, њихове резерве и измјене у вези дјелатношћу човјека и људске популације уопште.

3. *Дејство човјека на животну средину и њена заштита* (Environmental problems) се односи на истраживање утицаја привредне производње, инфраструктура, насеља и других друштвених фактора на животну средину, оцјену нивоа и посљедица загађивања, анализе у којима се формирају представе о кризи животне средине, такозваној еколошкој катастрофи у савременом и историјском аспекту, а такође третирају и питања заштите животне средине.

4. *Управљање животном средином и еколошка политика* (Environmental management and policy) се базира на три претходна нивоа. У данашње вријеме се овим питањима придаје посебна пажња. По обиму научних радова управљање животном средином и екополитика су на првом мјесту у оквиру друштвеног односа према животној средини. Основна истраживања у сфери управљања животном средином су посвећена контроли средине, корелацији ресурса, порасту становништва и потребама друштва (са освртом на економију), планирање и управљање (животном) средином и популацијом, као и еколошким принципима економског развоја друштва. Разрађују се стратегије развоја друштва. Наведена истраживања дефинишу формирање еколошке политике на регионалном, националном и међународном нивоу, укључујући и правне аспекте тог питања.

5. *Културна екологија* (Cultural ecology). У том дијелу су обједињени радови на контакту екологије, културе, антропологије, стварања, психологије и других наука. У том домену, у данашње вријеме, се истражује утицај екологије и животне средине на културу и традиције; изучавају се еколошка ограничења културе и културна адаптација човјека. Посебно мјесто заузима урбана екологија, проблеми дизајна (*животне*) средине и станишта. По обиму научних радова културна екологија на социјалном нивоу заузима трће мјесто, последије екоменаџмента и проблема становништва.

6. *Социјална екологија* (Social ecology). Овде су обједињене радње базиране на комплексним истраживањима на контакту екологије, социјалне психологије и социологије. Подробно анализирајући структуру истраживања може се констатовати да је у данашње вријеме веома значајно питање еколошког приступа у друштвеним наукама, установљење везе еколошких и друштвених система, истраживање психосоцијалне средине и екопсихологије, особености адаптације у условима брзих друштвених промјена изазваних научно – техничким прогресом. Ипак, у доступној литератури нема много научних истраживања у овој области и по правилу имају посебан карактер. То указује да је социјална екологија још у фази установљења.

Здравствено – биолошки комплекс

Медицинско – биолошка истраживања у науци о животној средини чине већину од укупних истраживања. Овдје је могуће издвојити два основна правца које ћемо условно означити као „екомедицина“ и „екобиологија човјека“ (физиологија, морфологија и генетика еколошких питања). Прво усмјерење се бави изучавањем еколошких аспеката здравља човјека, а друго узајамним везама средине и биологије човјека у еволуционом развоју .

Екомедицина (Environmental medicine)

У свјетској литератури се јавља низ термина који обухватају различите еколошке аспекте проблема здравља човјека и животне средине. Та терминологија није постојана, али ипак без обзира на њен условни карактер она може бити исоришћена за детерминацију струке истраживања и самог предмета екомедицине и наука о животној средини.

Екомедицина се у иностраној литератури назива *Environmental medicine* (медицина животне средине). Она се бави изучавањем здравствених аспеката животне средине и здравља човјека. У данашње вријеме тај аспект чине истраживања која се баве еколошким дејствима на индивидуално здравље и њихове прогнозне оцјене у екологији човјека и заштити здравља, о општим питањима животне средине и здравља, као и питањима геомедицине или медицинске географије. Могу се издвојити три основна аспекта истраживања у оквирима комплекса екомедицине: медицинска географија, животна средина и болести и животна средина и људско здравље.

а) Медицинска географија – геомедицина (Medical geography). Овај одјељак разматра не само као област опште медицине, већ и као саставни дио медицинске екологије. Иностранци еколози концентришу пажњу на тропске предјеле којима је посвећено више истраживања из области медицинске географије. Научна дисциплина „тропска медицина“ развија велики број института и по обиму истраживања излази из оквира традиционалне медицинске географије. Развија се тропска неурологија, тропска микробиологија и паразитологија, медицинска биохемија тропских области и др.

Јавља се тенденција регионалног приступа у низу земаља циркумполарне зоне, а прије свега Скандинавије, гдје се у данашње вријеме спроводе обимна

истраживања у свим областима екологије становништва, а у оквиру тога и медицинске географије, укључујући и генетску епидемиологију, зоонозе и инфекциона обољења, као и неке опште проблеме здравља везане за услове животне средине. Истраживања у другим регијама су веома различита и по правилу имају специјалистички карактер, ка на примјер у Енглеској и Сјеверној Америци. Присутне су тенденције изучавања географских **варијација**³⁹ распрострањења појединих болести (појаве алергије, рака, вирусних инфекција, наследних болести и др.). Постоји и извјестан број истраживања везан за географију болести човјека. Ипак „регионализација“ болести још не даје кључ за схватање улоге фактора животне средине за здравље људи и њиховог поријекла. У вези са тим, у новијем периоду, са порастом интензитета и обима распрострањења појединих болести није увећано интересовање за разматрање низа болести везаних за адекватне карактеристике животне средине.

б) *Болести изазване средином (Environmental induced diseases)*. То је једна од најмањих група истраживања посвећених изучавању међусобних веза болести и фактора животне средине и самог клиничког тока болести. Упознавање са објављеним научним радовима, који се односе на узјамне везе болести и фактора животне средине, даје јасну слику у којој се може издвојити истраживање мноштва фактора индукованих средином обољевања, истраживања екологије рака, еколошких перспектива канцерогенезе и контроле рака, утицаја средине за настанак наследних дефеката. Динамика истраживања болести везаних за средину указује на постепено нарастање значаја који се придаје еколошкој анализи у истраживању епидемиологије болести.

в) *Здравље и животна средина (Environmental health)*. Проблеми квалитета животне средине и односа са здрављем људи је веома обимно разматрано у свјетској литератури. Тако су седамдесетих година XX вијека организована два међународна конгреса која су се бавила питањем утицаја животне средине на здравље становништва. Та истраживања су обједињена под јединственим појмом *Environmental health* (еколошко здравље). За разлику од претходног текста, гдје је пажња усмјерена на географско распрострањење болести, овде се ради о утицају појединих фактора животне средине на здравље становништва. Традиционално је за проблем „еколошког здравља“ везано упоредно (компаративно) истраживање медијума/геокомпонената животне средине (ваздух, вода, земљиште и храна) и стања здравља становника у тим срединама. Нарочито је обимно истраживање вршено код анализе утицаја метала на животној средини и здравље хумане популације. Бројна су истраживања која се односе на утицај хрома, ванадијума, никла, арсена, оксида угљеника, бакра, оксида азота, озона и др. на биоценозу.

Специјалистичка истраживања су обављана у циљу сазнања како канцерогени и мутагени утицаји трансформишу параметре/вриједности животне средине и утичу на хуману популацију. То се једним дијелом односи и на коришћење пестицида (агрохемиката) у савременој пољопривредној производњи. И поред бројних истраживања употреба пестицида у многим државама свијета није до краја дефинисана.

³⁹ Један од два или више облика истог предмета и догађаја, који се понављају или наизмјенично појављују у оквиру исте структуре, промјена, мијењање; *варијанти* – јављати се у различитим облицима, бити промјенљив, непостојан;

Биоекологија људске популације.

Истраживање биологије људи са еколошког становишта, како су показале анализе бројних научних информација у свијету, чини значајан дио укупног обима научних истраживања медицинско биолошких аспеката демоекологије и укупног обима хумано еколошких истраживања. Детерминишу се основни принципи тако зване биологије животне средине, истражује екологија човјека као биолошке врсте и еколошка антропологија. Специјалистичке области су еволуциона биологија човјека, која се сусиче (?) са еволуционом екологијом и изучава утицај средине на биологију од племенских заједница до савременог човјека, који је под утицајем урбанизације и индустријализације .

На споменутом нивоу треба издвојити проблем *адаптације човјека* на услове животне средине. Бројни истраживачи третирају науку о здрављу човјека као науку о његовој адаптацији на услове средине. Врше се и бројна истраживања у оквирима екофизиологије и физиолошке адптације, физиологије човјека и услова средине у вези са болешћу и здрављем. Врше се бројна истраживања о адаптацији и условима веома ниских температура (арктички услови), биологији високо планинских људи (?), биоекологији човјека у тропским областима.

Упоредо са истраживањима људског организма врше се истраживања популационо – генетских адаптација, која дају представе о еволуционим механизмима адаптације. Формира се област „еколошка генетика“. Проблем адаптације становништва на средину (*медијум*) је везан за истраживања „еколошке медицине“, а дијелови који се односе на биосоцијалну (?) природу човјека излазе из оквира медицинско – биолошког нивоа и укључују га (*ниво*) у социјално еколошки ниво знања. На том контакту су истраживања биосоцијалног међудејства у популационој адаптацији, биосоцијалне основе адаптације, утицај друштвене средине на здравље људи, ефекти урбанизације, психолошки аспекти адаптације човјека и др.

Савремена схватања позиције човјека у животној средини

Савремена еколошка проблематика је подијељена на екологију човјека, екологију животиња, екологију биљака и екологију микроорганизама. У зависности од типа изучаваног подсистема могу бити издвојена три типа животне средине: природна, друштвена и техногена. Даље, сваки од типова средине у сагласности са изабраним начина описивања дијели се на типолошки, регионални и факторски тип истраживања. Тако, на примјер, у ту категорију овде спадају задаци изучавања социоеколошких проблема, животних функција човјека у одређеном економско – географском рејону. Тематика спрегнута са датим усмјерењем је истраживање природно – еколошких и техничких фактора у датим условима и њихов утицај на људску популацију.

На нивоу животињског и биљног царства у одговарајућим „ћелијама“ региструју се проблеми изучавања животних функција животиња и биљака у условима интензивне техногенезе.

Табела 1. Класификација проблема односа човјек – животна средина

	<i>Природна средина</i>	<i>Социјална средина</i>	<i>Техногена средина</i>
Типолошки аспекти	Типови предјела	Социоекономски фактори	Производно технолошки системи
Регионални аспекти	Конкретне географске регије	Систем социјалних фактора конкретне регије	Регионална специфичност услова организације рада
Факторијални аспекти	Скуп климатско географских фактора	Демографски фактори насељавања	Техногени фактори

Познато је да су у основи класификације наука два основна критеријума: предмет и метод истраживања. По предмету истраживања наука о животној средини и екологија човјека се баве истраживањем односа човјека као биолошког бића и животне средине, а основни метод њеног (науке о животној средини) истраживања је системска анализа цјелине човјек – животна средина. Ипак то не исказује специфичност науке о животној средини међу другим наукама. Очигледно је да у условима повећања практичног значаја науке, њихов све већи утицај на свакодневни живот, у условима претварања науке у непосредну производну снагу и интеграције науке два наведена критеријума (предмет и метод истраживања) не могу бити довољна. Са нашег становишта важан допунски критеријум класификације наука је њена улога у рјешавању друштвених проблема и могућност примјене у пракси. Тиме важан критеријум постаје друштвена примјена, односно одговори на питања: „за шта и у вези са каквим задацима?“, „шта она мора да ријеши?“.

Основни задатак глобалне науке о животној средини је разрада прогноза могућих измјена биосфере под утицајем људских дјелатности при различитим варијантама привредног развоја. Јавила се неопходност такве интеграције знања при којој је могуће ријешити сљедеће задатке:

1. Обезбјеђење очувања здравља човјека и обезбјеђење његове дуготрајне активности;
2. Очување и унапређење природне средине;
3. Развој производних процеса и научно – техничког напретка у цјелини.

На тај начин појавом науке о животној средини није дошло до отвореног третирања природе, друштва, друштвеног живота, већ остварење потребе комплексне обраде проблема.

Каква је друштвена улога и који су задаци науке о жовотној средини? У садашњим условима обим човјековог дјеловања на природу је толико нарастао, да при сваком упливу (свакој интервенцији у природи) треба тачно знати до каквих посљедица по природу, аи и по човјека, може довести то дјеловање, па је неопходно јасно дефинисати стратегију развитка процеса међусобног односа човјек – друштво и човек – природа.

Сигурно је да није увијек императив природу (о)чувати у њеном првобитном облику и стању. Ради се о потреби очувања одређене равнотеже и хармоније (склада) природе и неизбјежних промјена изазваних техничко – технолошким развојем. Умјесто „пасивне заштите природе“ мора се радити на оптимизацији (проналажењу најбољег могућег рјешења) за природну средину у смислу

обезбјеђења биогеоценозе⁴⁰, способне за саморегулацију у условима техничке и антропогене пресије (притиска). Сврсисходно усмеравање процеса природне средине и човјека дефинисано је, са једне стране, мјерама управљања природом, а с друге стране друштвеним управљањем. Управљање развојем становништва и привреде има два аспекта:

1. Сврсисходно унапређење средине (природне, социјалне, привредне, радне...);
2. Унапређење квалитативних својстава становништва (ниво образовања, радна способност, социјално психолошка стабилност, ниво здравља и др.)

Мјесто науке о животној средини човјека у структури савременог знања:

1. *Управљање природним, социјалним и техничким компонентама и критеријумима квалитета обезбјеђења животних функција;*
2. *Директне и повратне везе међу природним, социјалним (друштвеним) и техничким компонентама;*
3. *Директне и повратне везе међу групама наука које изучавају те односе.*

Проблемима међусобних односа људи и животне средине баве се многобројне науке и уже научне дисциплине: екологија, медицинска географија, биологија човјека, социјална психологија, антропологија, демографија и др. Свака од њих проучава појединачне проблеме тог међуодноса. Јасно одвојити границе (учинити дистинкцију) њиховог рада/проучавања је веома тешко, а томе постоје бројне дискусије од давнина и за веома старе науке. У сваком случају издвајају се два основна скупа питања: социјална (друштвена) и биолошка.*

***Коментар** (др Чедомир Црногорац): на основу наведених наука и научних дисциплина, као и на основу дефиниција тих наука и научних дисциплина, не може се успоставити/утврдити (констатовати) чврста непосредна корелација низа тих наука у проблемима међусобних односа људи и животне средине (видјети дефиниције); посредни односи су разумљиви из саме дефиниције и предмета изучавања животне средине (јер је она синтезно – комплексна научна област), али не у тој мјери да су наведене/набројане науке и научне дисциплине доминантне у проблемима истраживању животне средине; теоретски и практично, сав научни опус и достигнућа наше цивилизације можемо довести у везу са животном средином;

- **екологија**: наука о узајамним односима организама и средине која их окружује; екологија изучава утицај средине у цјелини и појединих њених фактора на организме, постанак морфолошких и физиолошких особености, измјену броја организама у зависности од услова средине и др...

- **медицинска географија**: интердисциплинарна научна област на граници медицинске и географске науке. Проучава оне природне и друштвено – економске услове појединих територија који утичу на здравље људи, појаву појединих болести и др. Користи резултате климатологије, хидрологије, географије земљишта, биогеографије, економске географије епидемиологије, паразитологије и других наука.

- **биологија човјека** (од грчког *bios* –живот, *logos* – наука, учење): наука која се бави изучавањем човјека; изучава својства и понашање човјека/људи, њихов раст, развој и размножавање и сл.

- **социјална психологија**: грана психологије која се бави проучавањем и разлозима друштвеног понашања хумане популације.

- **антропологија (популацијска биологија човјека)**: наука која проучава човјека као биолошку врсту, биолошки развитак људског рода и биолошке услове његове егзистенције, расне и друге физичке особине човјека, служећи се описом (антропоскопија) и мјерењима (антропометрија).

- **демографија**: наука о становништву, која на темељу демографске статистике проучава његова разна својства, статичка и динамичка: становништво по полу, узрасту,врсти занимања,природно и механичко кретање становништва, демографске прогнозе и сл.

⁴⁰ Биогеоценоза је узајамно условљен комплекс живих и неживих компонената (елемената), узајамно повезаних размјеном метерија и енергије; један од најсложенијих природних система.

Што се тиче демоекологије (екологија популација) претпоставља се да је у њеним оквирима разрада методолошких основа комплексног односа социјалног и биолошког у животу људске популације. Демоекологију је могуће разматрати и као „пресјек или синтезу научних сазнања и техничке праксе, који се баве истраживањем и примјеном различитих аспеката људске популације као биосоцијалног јединства“. Главна област истраживања науке о животној средини као науке је установљење принципа формирања и усавршавања живота. Тиме се она детерминисала (одредила) као синтеза наука, условљена интегративним (обједињујућим) карактеристикама њеног предмета истраживања.

Коментар (др Чедомир Црногорац):

- Демоекологија изучава односе у појединим популацијама, њихову узајамност, организацију (структуру), динамику бројности популације, раст и друго. Неки аутори у изучавању синтетичке екологије (која обухвата еколошка истраживања три основна степена организације живог свијета: екологија популација, истраживања животних заједница или биоценоза и истраживања екосистема) уврштавају и екологију човјекове популације (!) – демогеографију.

На одређени начин и човјек је човјеку средина⁴¹, без обзира да ли су удружени у друштвену заједницу или живе независно један од другог. То се, у наједноставнијем смислу, исказује као постојано дјеловање других чланова популације на појединца, у виду социоекономских или физичких односа чланова породице, сусједа, чланова радне организације, државних органа, удружења, школа, љекара и слично.

Појединац, такође, дјелује на друге људе у свом окружењу. Ако други људи у окружењу „издвојеног човјека“ дјелују на њега и чине његову средину, тада он сам чини њихову средину. Утицај човјека као компоненте животне средине на друге људе може бити различит, а може бити посредан и непосредан. Тај утицај може да буде једноставно физички (од физичког сукоба са последицама), али и психолошки утицај људи једних на друге (процес васпитања, сарадња на послу, политичка сарадња и страначка припадност и др.). Тај однос може да буде и економски (најамни рад, трговина, услуге које се плаћају и др.).

Посредно дјеловање *човјека на човјека* се може вршити преко средине. Измјена квалитета животне средине коју изврше неки људи кроз свој производни рад утиче на друге људе (али и на њих саме); тај је однос веома интересантан и мора се регулисати кроз правни систем до свих облика правне/законске регулативе међу људима. То дјеловање може бити везано за људе у савременом окружењу, али и на будуће генерације. Данашња хумана популација трпи због нерационалног и понекад неразумног понашања прошлих генерација. Развојно јединство човјека као компоненте/чиниоца промјена животне средине и као објекта у средини је веома сложено. Човјек зависи од средине у којој остварује егзистенцију, он утиче на њу, а управљањем њом постаје битна компонента те средине. Људско друштво располаже огромним могућностима утицаја на животну средину, а ти утицаји у функцији мијењања средине могу бити сврсисходни (афирмативни) или

⁴¹ Средина - свеукупност међусобно повезаних услова и утицаја присутних у неком окружењу

нерационални (штетни). Разлика између људи и других бића је у чињеници да се фитоценоза и зооценоза прилагођавају условима (биотичким и абиотичким факторима) природне средине, док људи настоје прилагодити средину својим потребама.⁴² Међусобни однос људи и животне средине је разноврстан, дефинисан различитим формама, промјенљивим интензитетом и на различитим нивоима друштвеног развоја. Са еколошког становишта људског друштво (као укупност хумане популације на нашој планети) узрочно – посљедично дјелује на животну средину. Са порастом природног прираштаја расте и обим привредних активности у свим секторима и привредним гранама, а то има за посљедицу појачани пресинг на животну средину. Неопходно је указати да тај пресинг није равномјерно распоређен на цијелој планети, што зависи од доминације размјештаја одређених привредних рејона (индустријских, пољопривредних, техничко – технолошких и др.), насељености планете, учешћа „прљавих технологија“ у производним активностима.⁴³

Са процесом интензивне урбанизације долази до концентрације становништва и производних капацитета на релативно малим површинама. Да би они функционисали, према њима и унутар њих, транспортним токовима непрестано „теку ријеке“ материјалних добара и енергије. Обим те размјене се константно увећава и временом постаје све комплекснија. Размјена материјалних добара (сировине, полупроизводи и готови производи) између природе и људског сруштва је разноврсна, а одвија се кроз четири система процеса. Појам размјене материје и енергије има велики практични значај, јер њиховим билансом је могуће рјешавати значајне задатке рационалног коришћења природних ресурса, али не само на датој територији, него и на већим просторима. Такав је, на примјер, биланс киселих киша у Скандинавији, које су углавном поријеклом из индустријских капацитета Велике Британије и Њемачке. Значај реалног биланса се увећава установљењем међународних односа по основи глобалног рјешавања „еколошке кризе“. Узајамно дјеловање природе и друштва разматрамо као систем директних веза и односа који се одвија у оквиру два органски повезана подсистема.

Подсистем *природа – друштво* испуњава еколошку функцију и има животни значај за људе у њему. Сходно томе, овај систем одражава *еколошке интересе* друштва у цјелини, али и појединца за здравом и по живот продуктивном средином. Функционисање овог подсистема је засновано на природним законитостима развоја. Подсистем *друштво – природна средина* је саздан (изграђен) на повратном дејству људи на природну средину кроз потрошњу природних ресурса и коришћењу средине у виду услова, средстава и мјеста људског живота. Овај подсистем испуњава економску функцију друштва и заснива се на друштвеним законима, изражавајући *економске интересе* друштва и појединца. По својој биосоцијалној суштини човјек се истовремено јавља и као субјекат (носилац радње, стања и збивања) и објекат (предмет/ствар на који је усмјерена радња) тог еколошко – економског система.

У својству објекта човјек на себи истражује утицај закона развоја природног свијета, гдје је он карика у јединственом еколошком ланцу природе. Наступајући

⁴² Чињеница је да то прилагођавање ипак има одређене граничне вриједности у ширењу екумене

⁴³ Извоз „прљавих технологија“ и ограничења код коришћења која намећу најразвијеније земље свијета доводи до једног новог феномена : *еколошког колонијализма*

као субјекат у систему човек исказује свој утицај на природу, прилагођава је у складу са законима друштвеног развоја, користи за задовољење својих материјалних и енергетских потреба, дјелује као карика друштвеног организма, елемент његових производних снага. Двојност суштине човека консолидује природни и друштвени подсистем у јединствени еколошко – економски систем „природа – друштво – природа“.

Узајамни однос људи и њихове егзистенцијалне⁴⁴ средине у систему друштвених веза добија својство социјалног, односно производног односа. Особеност такве друштвене релације је у јединству двије супротности: еколошких и економских интереса развоја друштва. Јединство тих интереса се обезбјеђује кроз животни статус људи као субјекта дате друштвене релације, а супротност се исказује кроз функционисање узајамног дејства природе и друштва, два подсистема различитог карактера који се развијају по њима својственим законима кретања.

Екологија човека је наука о управљању процесима међусобних односа људске популације и њене животне средине на бази интергративних⁴⁵ оцјена, критеријума и прогноза сврсисходног међуодноса са средином, развоја и корекције система обезбјеђења животних услова.

Коментар: др Чедомир Црногорац

Хумана екологија (екологија човека) је често предмет расправа и оспоравања. Истакли смо већ да се у овој грани екологије употребљавају категорије и методи преузети углавном из природних наука, иако нису претходно теоријски разријешене недоумице које из њихове примјене произлазе. Предмет проучавања екологије човека јесте сложени сплет међуодноса човека и његове животне средине. Термин *хумана екологија* први је употребио Barow (1922). Хумана екологија у свом зачетку схватана је као једна од научних дисциплина медицине.

Сазнање о стварности није једноставно и не постиже се увијек истим и најлакшим путевима. Некада се до сазнања долазило само кроз праксу, упоређивањем и посматрањем. Данас, осим овог начина, до сазнања долазимо и логичким расуђивањем и мисаоним истраживањима. Када је у питању стицање сазнања о животној средини, постоји читав низ различитих метода којима се истражују чињенице о својствима и појавама у животној средини. Доминантни су методи истраживања и методи саопштавања истраживачких резултата. Међутим, као посебну групу метода можемо издвојити метод оцјене квалитета елемената и метод комплекса животне средине. Оба метода су апликативног (примијенљивог) карактера и значајна су за све врсте планирања и прогнозирања квалитета животне средине, уређења простора и побољшања квалитета животне средине.

Сваки истраживачки метод представља резултат развоја науке, посебно њене методологије. Методи су такође резултат развитка одговарајуће науке, јер су у њему учествовали и помагали тај развитак. Истраживање животне средине захтијева посебне истраживачке методе, при чему је неопходно користити и опште научне методе. Предмет истраживања науке о животној средини је између осталог и сам човек, односно људска популација, њено окружење и односи који су

⁴⁴ Егзистенција, 1. постојање, бивствовање, живот; 2. начин живота, одржавање живота, преживљавање, опстанак (*борити се за егзистенцију*)

⁴⁵ Интегративан, који обједињује, који интегриса; интегрисати, 1. спојити, повезати, објединити ујединити; 2. допунити, допуњавати, употпунити, употпуњавати;

присутни у том окружењу. Ради се о веома обимном, по многим ауторима и о универзалном предмету истраживања. Методи истраживања људског окружења морају се базирати на *објективности*, чиме се искључује догматизам⁴⁶ и субјективизам резултата истраживања.

Резултати до којих долазимо при истраживању морају бити *тачни* и *систематизовани*. Осим тога, морају бити *транспарентни*,⁴⁷ односно провјериви, не само у току истраживачког поступка, него и после тога од стране независних истраживача, без обзира на вријеме и мјесто. Сваки од употребљених метода, који има за резултат одговарајуће знање, мора се наслањати на досадашња сазнања/резултате и чинити њихов континуални (непрекидни, трајни, стални) наставак. Резултати истраживања морају да се базирају на разумним поставкама (ставовима), морају да буду *логични*, јер у супротном, та сазнања не могу се прихватити/прихватати као научна и сврсисходна.

⁴⁶ Догматизам, 1. свако филозофско учење које тврди да је, полазећи од аксиома, могућно доћи до апсолутне истине, 2. склоност ка прихватању догми (тврдњама које се усвајају без дискусије; наметнуто мишљење), некритичко мишљење које не подлијеже сумњи

⁴⁷ Транспарентан, а) лако уочљив, очигледан; б) лако схватљив, јасан

ДИСКУСИОНА ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

1. Како и на који начин се сазнаје чињенично стање о елементима животне средине и о средини уопште?
2. Које врсте знања можемо посједовати кад је у питању људско окружење?
3. Шта неко сазнање чини научним. Која је специфичност научног сазнања о животној средини?
4. Да ли је могуће (и у којим границама) упознати средину у којој живимо?
5. Насљеђено и стечено у односу према средини! Какав је однос биолошког (еволутивног) и социјалног (друштвеног) код људи, када је у питању заштита и очување животне средине?
6. Социополитичка страна и идејност односа друштва и природне средине!
7. Који су токови у формирању мњења (јавног, општег мишљења) о средини (животној) која нас окружује?
8. Како се манифестује дијалектичност⁴⁸ сазнања о животној средини, а како дијалектичност саме средине?
9. Како се развија научно сазнање о средини која нас окружује?
10. Који су путеви (правци) сазнавања животне средине?
11. Улога методологије науке о животној средини?
12. Разлике између „метода рада“ и „метода истраживања“ !
13. Који су задаци методологије науке о животној средини?
14. Животна средина као предмет науке и научних дисциплина!

⁴⁸Дијалектика , 1. вјештина расправљања, излагања, доказивања својих тврдњи; 2. *филоз.* процес којим се двије супротности (теза и антитеза) паралелно развијају стварајући нову цјелину (синтезу)

ЛИТЕРАТУРА (избор)

1. Данон Ј. (1976): **Социјална екологија и савремени идејни аспекти односа човјека према природи**, „Дијалектика“, бр. 1, Београд.
2. Дубић С. (1970). **Увођење у научни рад**, Завод за издавање уџбеника БиХ, Сарајево.
3. **Еколошки аспекти планирања привредног развоја**, „Хоризонти урбанизма“, № 3. ЈУГИНУС, Београд, 1976.
4. Gruhl H. (1978): **Ein planet Wird Geplundert**, S.Fischer Verlag Gmbg, Frankfurt.
5. Хорват Ј. (1976): **Дијалектичко схватање кретања и природне науке**, „Дијалектика“, бр. 1, Београд.
6. Јанковић М. (1973): **Савремени проблеми екологије, биосфере и заштите животне средине**, Први конгрес еколога Југославије, Зборник, Београд.
7. Јанковић М. (1875/76): **Достигнућа и проблеми савремене биологије**, „Дијалектика“, бр. 4/75 и 1/76, Београд.
8. Кукрика М. (1999): **Географски информациони системи**, Географски факултет, Београд.
9. **Наука, техника и животна средина**, Зборник радова са II заседања Југословенског савета за заштиту и унапређење животне средине, Београд, 1974.
10. Радовановић Милован (1977): **О систему човек – средина**, „Саопштења“, бр. 6, ИАУС, Београд.
11. Сарић Р.М. (1990): **Општи принципи научног рада**, „Научна књига“, Београд.
12. Станковић С. (1996): **Човеков оквир живота и географски детерминизам**, „Дијалектика“, бр.3/66, Београд.
13. Шешић Б. (1964): **Основни проблеми теорије сазнања**, „Основи марксистичке философије“, „Рад“, Београд.
14. Шешић Б. (1978): **Основи методологије друштвених наука**, „Научна књига“, Београд.
15. Швоб Т. (1976): **Дијалектика односа између наслеђеног и стеченог у биотичким појавама**, „Дијалектика“, бр. 1/76, Београд.
16. Тодоровић М. (1983): **Могућа решења у систему Човек – друштво – животна средина**, Млади истраживачи Србије, Београд.
17. Зајечарановић Г. (1977): **Основи методологије науке**, „Научна књига“, Београд.
18. Зиков М. (1995): **Просторно планирање**, Институт Отворено општество Македонија, Скопје.

МЕТОДИ/МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА И ЕВАЛУАЦИЈА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

Истраживач не смије прихватити чињенице са ауторитативних позиција. То значи да не можемо „нешто“ прихватити за тачно зато што је то „неко“ саопштио, већ морамо тражити егзактну потврду изложених чињеница. То, опет, значи да ни сам истраживач не смије наступати ауторитарно. Право научно истраживање мора да да одговоре на питања „шта“ (гдје, кад), „како“ и „колико“?

Ако се задржимо само на једном или два одговора изостаће научност нашег истраживања, а резултати ће представљати само дескрипцију. Истраживање није лак посао, нарочито у садашњем времену, тако да више нема случајних открића. Истраживач се мора одликовати упорношћу и истрајношћу и без тих особина није могуће остварити трајно вриједне научне резултате. За велике проблеме, које истраживач поставља пред себе, рјешење се налази послје дуготрајног рада и није резултат интуиције или неког „ванљудског“ стања и надахнућа. Само се упорним истраживачким радом долази до научне истине и само радна, а не друга надахнућа доносе планиране резултате. Истраживачки рад мора да буде праћен *критичким ставом* истраживача. То значи да онај који се бави истраживањем мора да буде критичан према резултатима свога истраживања и да их више пута провјерава. Из сумње се рађа истина, па се као резултат таквог приступа издваја оно што је несумњиво, што је сигурно и провјерено. То опет не значи да истраживач треба да буде екстремни скептик, јер невјеровање у могућности сазнања чини сваки истраживачки рад бесмисленим. Истраживачки методи су основни инструмент сазнања. Они су се развијале кроз еволуцију сваке науке. У оквиру појединих метода, као њихови елементи, разрађени су бројни поступци. Они, у суштини, чине разне варијанте једног истог метода.

Теоријски методи и поступци изучавања животне средине

Истраживачки рад уопште, па и истраживање животне средине, је непосредно везан за логичке⁴⁹ форме организације мисаоне дјелатности.

логос (грч. *logos*), у *филозофији* и *теологији* један од главних појмова грчке и хеленистичке, а затим јеврејске и хришћанске филозофије и теологије, са основним значењем *ријеч*, *говор* односно *ум*, *разум*;

У ширем смислу оно што је у основи свијета и збивања у њему почело; божанска, стваралачка снага и др.

Логичке форме мишљења дефинишу систем формирања сазнања, одређују правила и токове научног рада. Научна сазнања у некој науци представљају континуитет развоја те науке и научне мисли о тој проблематици. Комуникативност сазнања и континуитет истраживања зависе, углавном, од

⁴⁹ Логика – 1. *филоз.* филозофска дисциплина, наука о законима и облицима мишљења; 2. унутрашња повезаност, условљеност, међузависност, смисао; 3. начин размишљања, гледања на ствари; схватање, расуђивање; 4. *историјски*: заједнички назив за три предмета (граматику, дијалектику и реторику) која су се изучавали у тривијуму (нижи степен обуке у старом школству) у средњем вијеку.

степен развоја науке у којој се истраживања врше. Међутим, пошто је животна средина већ до сада обимно истраживана у многим природним и друштвеним наукама, кумулација знања о животној средини је импозантна. Научна истраживања у животној средини морају се заснивати на стварним примјерима, али и на принципима епистемологије и гносеологије, да би на крају имала пуну сврсисходност.⁵⁰

Теоријски методи истраживања животне средине могу бити општи и посебни. *Општи теоријски методи* су они који се баве основама нашег мишљења о средини у којој живимо, као и принципима формирања сазнања о предмету науке о животној средини. *Посебни теоријски методи* истраживања животне средине се баве елементарним облицима научног истраживања односа у оквиру животне средине. Као основни епистемиолошки методи истраживања у животној средини се издвајају: дијалектички метод, метод индукције и дедукције, метод систематичности и др.

Основни теоријски методи истраживања

Посебни теоријски методи, који се примијењују у истраживању животне средине нису методи развијени у тој научној области. Ови методи се примијењују у низу других наука, у којима су се поједини методи конституисали и развили.

Метод анализе и синтезе и истраживања животне средине

Један од основних путева сазнања животне средине је поступак анализирања појаве, предмета и процеса који се налазе у тој средини, а потом синтетизовање тих знања установљавамо законитости које важе за цјелину.

Под анализом подразумијевамо одређени истраживачки поступак, при коме сложену цјелину раздвајамо на садржајне елементе или издвајамо поједина својства тих елемената, а потом изучавамо својства тих елемената или елементе у цјелости. Не може се свако дијељење сматрати за анализу, нити је свака анализа праћена диобом. Могуће је вршити анализирање наког својства објеката који су у оквиру анализиране цјелине, а да се ти објекти не одвајају од те цјелине.

Да би анализирање било могуће неопходно је одређено својство (предмет анализе) издвојити од осталих својстава елемената садржаја. Ако, на примјер, методом анализе изучавамо неку конкретну животну средину која је везана за конкретни географски простор, предии или екосистем, мораћемо све елементе и компоненте тог система, а нарочито везе међу њима, посебно проучавати/изучавати. При изучавању предииног геосистема анализираћемо **елементе** (геолошки састав, земљиште, воду, ваздух, биљни и животињски свијет, становништво, изграђене објекте, пољопривредне површине и др.) и **компоненте** тог геосистема (климу, рељеф, привреду, културу и друге друштвене односе). Такође је неопходно анализирати и односе између наведених елемената и

⁵⁰ **Епистемологија** је философска дисциплина која се бави теоријом научног сазнања и представља дио гносеологије. **Гносеологија** је философска дисциплина која се бави теоријом сазнања уопште, односно могућностима упознавања реалне стварности. Разматра основна начела и принципе људског сазнања, његове домете и могућности.

компоненти; како они утичу једни на друге и како утичу на функционисање цјелокупног комплекса.

Анализа је најопштији научно – истраживачки метод. Представља основу и почетак свих научних истраживања. Таква улога је првенствено због тога што је најчешће предмет научног истраживања веома сложен, а најсложенији предмет истраживања је управо животна средина. Као почетни метод научно – истраживачког рада, анализа се може често прихватити и стога, што се на њу ослањају (настављају) и бројни други научни методи.

а. Врсте аналитичких поступака у истраживању животне средине

Истраживачка анализа, кад је у питању животна средина, може бити веома различита. Нарочито је велика разлика кад се ради о истраживању природне или друштвене средине. Може се радити о анализи неког својства елемента (анализа воде), при чему се може радити о анализи неког својства елемента (температура, боја, мирис, провидност) или структуре (хемијски састав, бактериолошка анализа и др.). Може се радити и о анализи неке компоненте средине (анализа климе), при чему се анализира садржај те компоненте (учешће ових или оних чинилаца компоненте), а потом анализа својства та компоненте. Анализа, као посебан вид научног истраживања, може да буде продуктивна и репродуктивна. *Продуктивна анализа* подразумијева мисаоно раздвајање појединих чинилаца који су физички неодвојиви, а *репродуктивна анализа* је таква којом се констатују стања својства елемената и појава у већ јасно физички одвојеним елементима средине.

А. Према *предмету аналитичких истраживања* разликујемо:

1. ***Анализа структуре*** животне средине има задатак да изучи грађу одређеног система животне средине, неког њеног елемента или компоненте. Истраживање организације система је значајно и стога што омогућује и сазнавање последица од промјена те структуре због интервенције техничких чинилаца. Од структурне анализе треба разликовати *анализу садржаја*. Она има за циљ да изучи само присуство појединих елемената, док структурна анализа, поред садржаја изучава и везе и односе међу елементима садржаја и њихову хијерархијску уређеност.

2. ***Каузална анализа*** животне средине је метод којим се откривају узрочно – последични односи и везе међу елементима и компонентама средине. Овом анализом се, такође, утврђују везе између временских стања средине, што чини основу прогнозирања будућег стања животне средине. Таква анализа би била утврђивање узрочно – последичних веза између појаве болести и стања загађености појединих елемената средине.⁵¹

3. ***Генетска анализа*** има за циљ упознавање узрока и чинилаца настанка одређеног стања животне средине, као и временских и садржајних токова стварања стања и појаве. То је веома значајан истраживачки поступак, јер омогућује планирање и предузимање одговарајућих мјера отклањања узрока негативних промјена и деградираниости средине. Генетска анализа је у многим научним дисциплинама крајњи циљ и као таква дефинише научност рада.

⁵¹ Класификација аналитичких поступака је обављена на основу оне коју је дао Б. Шешиф у књизи *Методологија друштвених наука*, а одређене измјене и допуне су резултат специфичности научног интереса за животну средину и предмета методологије истраживања животне средине.

4. **Компаративна анализа** животне средине омогућава да се упоређивањем структура, својстава и законитости у једној средини откривају структура, својства и законитости у другој средини. Овај метод омогућаје истраживање средине помоћу моделско полигонских исјечака, гдје се преко анализе тог исјечка истражује стање неког просторно удаљеног елемента средине. Компаративна анализа је нашла примјену у просторним наукама, а нарочито у регионалној географији.

5. **Функционална анализа** омогућаје откривање и утврђивање међусобних односа дијелова (елемената и компоненти) према одређеној средини као цјелини, зависност одређених стања средине и процеса који се одвијају у њој. Зависност у оквиру средине може бити веома разноврсна: једнозначна и вишезначна, квалитативна и квантитативна, промјенљива или непромјенљива и др. Анализа функција појединих елемената или просторних цјелина конкретне животне средине омогућаје нам да те функције побољшамо и доведемо у најприхватљивији облик.

6. **Дијалектичка анализа** се не бави само рашчлањивањем садржаја на елементе и стања животне средине, већ се бави анализом развојности елемената и стања. Њом се утврђују везе и односи свих чинилаца и одлика средине, па као таква чини виши облик аналитичког истраживања. Дијалектичка анализа се заснива на сложеној, противрјечној и развојној предметној одредби и служи за откривање развојне законитости како у конкретној животној средини, тако и у самом истраживачком поступку у вези са животном средином. Посебно својство ове анализе је њена експликативност, односно структурна повезаност самих истраживачких поступака.

Б. Према **подручју истраживања** животне средине и начину примјене аналитичких поступака метод анализе може бити:

1. **Мисаона анализа** за одговарајућу животну средину подразумијева анализирање те средине на основу посматрања и мисаоног расуђивања. Посматрање у циљу анализе одговарајуће средине је виши облик истраживачког рада и њиме се може бавити само лице које посједује одговарајућа искуства о животној средини. *Аналитичко посматрање* омогућаје да се констатује садржај животне средине у оном облику који се посматрањем може обавити. Овакво посматрање је важан, а понекад и једини начин истраживања животне средине. Да би било квалитетније оно мора бити праћено посматрањем модела (карте, авионски снимци, скице и др.) јер непосредно посматрање није увијек могуће. Анализа животне средине посматрањем може да буде посредна и непосредна. Непосредно посматрање се обавља „на лицу мјеста“, па је најближе реалној стварности. Посредно посматрање се врши помоћу модела, па као такво губи у потпуности аутентичност, али је овим начином могуће анализирати само најважније чињенице које непосредним посматрањем не могу у потпуности да се уоче. Посматрање је прије свега субјективан истраживачки поступак. Субјективност искључује сваку квалификацију рада, па је посматрање почетни метод у истраживању животне средине који омогућаје планирање даљих истраживачких поступака.

2. **Мјерна анализа** је објективан аналитички поступак, јер подразумијева мјерење чињеница везаних за наше окружење. Ова анализа чини истраживање егзактнијим. У научном истраживању као и у свакодневном животу неопходно је утврдити **степен разлика**, односно *колико* се разликују одређене појаве, објекти и процеси у оквиру те истраживане средине. Тачно утврђивање износа разлика омогућаје нам

да се ослободимо субјективности у истраживању, које се базира на утисцима. Недовољност квалитативне анализе елемената, принудила је истраживаче да приступе увођењу мјерења и бројчаном одређивању стања средине. Бројеви са одређеним именовањем омогућују упоређивање истоврсних предмета само по основу квантитета, односно мјере. Мјерна анализа је према томе виши облик истраживања и за њу су потребна разна техничка помагала.

3. **Експериментална анализа** омогућује сазнавање чињеница о стварима и процесима које се посматрањем и простим мјерењем не могу сазнати. Експериментално анализирање система животне средине врши се на различите начине почев од мисаоног експеримента до аналитичког експериментисања којим се утврђује садржај неког елемента. Може бити извршена давањем одређеног импулса, при чему се анализирају посљедице настале тим импулсом. Анализа ове врсте може имати за циљ изналажење узрока неке појаве (анализа састава или анализа својстава неке цјелине). Експериментална анализа је највиши степен научноистраживачког рада и праћена је радом са многим техничким помагалима (лабораторијски инструменти, мјерни прибор, реагенси и др.). Може се обављати на терену (анализа на лицу мјеста), у лабораторијама (анализе узорака) или на неком одабраном моделу.

б. Научно–истраживачка синтеза у сазнавању чињеница и законитости у животној средини

Синтеза као метод научног истраживања представља наставак овог процеса, којим се омогућује утврђивање одговарајућих законитости о реалној стварности која нас окружује, тј. о средини у којој живимо, као и о чињеницама о нама самим. Под синтезом се подразумијева такав научно-истраживачки процес спајања елемената са свим њиховим својствима у јединствену цјелину, при чему се елементарне карактеристике уопштавају у циљу налажења заједничких својстава, а сазнање о цјелини се третира као сазнање о општем. Синтеза у технологији је такав поступак којим се добијају нови материјали, спајањем елемената и простијих једињења. У „технологији“ знања то ново синтезно знање је у ствари сазнање о средини као цјелости, а њено компарирање се обавља у цјелости, што значи да се средина прихвата као јединствена цјелина. Синтеза је уједно и такав истраживачки поступак у коме се дјелатност истраживача развија од једноставног истраживања елемената, компоненти и процеса кроз повезивање у смислу конституисања знања о цјелини. Овај метод подразумијева управо истраживање комплекса, јер свако друго истраживање је предмет другог метода. Ово истраживање се одвија кроз процес интеграције знања о појединачним елементима истраживаног комплекса.

У науци о животној средини метод синтезе је један од основних истраживачких метода. И сама животна средина је у основи синтеза, првенствено природне и друштвене/географске средине, а потом и фатора/чинилаца наведених средина. Улога и задатак конституције ове науке јесте да изучи комплекс животне средине, јер елементе животне средине изучавају посебне елементарне природне науке и дисциплине.

Као и анализа, тако и синтеза зависно од ***истраживачке функције*** предмета истраживања и карактера истраживачких поступака може да буде веома различита:

1. **Дескриптивна синтеза** је такав облик обједињавања знања о средини, при чему то обједињавање чинилаца средине долази по основу форме или спољашњих својстава елемената средине.
2. **Експликативна синтеза** је такав истраживачки поступак којим се покушава дати објашњење својстава одговарајућег стања или те средине у цјелости.

Синтеза, као ни анализа, није једноставан истраживачки метод, већ се карактерише великом сложености. У погледу синтезног истраживања, по смислу *сложености*, оно може бити:

1. **Функционална синтеза**; методски поступак када се обједињавање истражених сазнања о елементима врши на бази установљених функција тих елемената и на тај начин се сазнаје функција одговарајуће средине као јединствене цјелине.
2. **Каузална синтеза**; поступак повезивања знања о комплексу или систему животне средине по систему узрочно – посљедичних односа у тој средини, чиме се омогућује сазнање узрока таквог стања средине и посљедица које прате такво стање.

Према *карактеру истраживања*, намјени и циљу истраживачког рада, синтеза може бити:

1. **Стваралачка синтеза**; сједињавањем одређених елементарних знања добијају се квалитативно нова сазнања. У технологији постоји читав низ поступака синтезе. Тако се синтезом елемената и простих једињења добијају сложена синтетичка једињења, којих нема у природи. Она се разликују од саставних елемената у квалитативном и квантитативном погледу. Такође, сједињавањем сазнања о елементима животне средине долазимо до квалитативно нових сазнања о односима у самој средини и дејству средине на сусједне дијелове и обрнуто.
2. **Репродуктивна синтеза**; методски поступак при коме се врши једноставно сакупљање и сједињавање чињеница, појава или сазнања у једну цјелину. Таква синтеза се веома често примијењује у статистици. Тада једноставно прикупљамо податке о тлу, води, ваздуху, енергетском потенцијалу у неком подручју и сл. На тај начин долазимо до низа података о одговарајућој животној средини, а да при томе није било никакве генерализације или апстраховања. Генерализација подразумијева поступак уопштавања, а да при томе не буде нарушена цјелина система животне средине. Репродуктивна синтеза је резултанта раније усвојених знања и креативна је као апликативни метод.

в. Аналитичко-синтетички метод као јединствено истраживање комплекса животне средине

Дијалектика научног сазнања уопште, па и сазнања о животној средини, потврђује се и исказује у јединству анализе и синтезе. У суштини, анализа и синтеза, формално гледано, су супротни поступци, али њихова јединственост је усмјерена ка истом научној циљу. Тај јединствени циљ је сазнање чињеница о предмету истраживања, а у нашем конкретном случају ријеч је о животној средини.

Супротност (анализа – синтеза) се огледа у чињеници да анализа представља поступак изучавања дијелова неке цјелине, а синтеза представља поступак изучавања укупне цјелине на основу сазнања о дијеловима те цјелине. Анализа најчешће представља почетак истраживања, а синтеза закључак; анализа је средство, а синтеза резултат истраживања. Иако се ради о формално супростављеним методолошким поступцима, не може се тврдити да се ради и о формално искључујућим поступцима. Анализа и синтеза, како наводи Б. Шеших (1978) чине дијалектички јединствен метод са два поларизована поступка. Анализа и синтеза имају заједнички предмет истраживања, гдје се налазе веома сложени предмети и процеси. Животна средина је предмет истраживања аналитичко-синтетичког метода, јер се у њеним сложеним системима дешавају бројне сагласности, али и противјечности. Животна средина је изузетно сложен систем којег чине бројни елементи, појаве и процеси међу њима. Анализом сазнајемо карактеристике елемената, компоненти и веза у животној и другим срединама (географска, радна, човјекова и др.) док синтезом детерминишемо карактеристике цјелине одговарајуће средине. Синтеза нам помаже да формулишемо правила и законитости који владају у одређеној средини.

Процес регионализације представља одређену анализу и синтезу знања о животној средини, јер издвајање неког географског простора на посебне цјелине (регије) није ништа друго до врста просторне анализе. Са друге стране, да би нека регија могла да буде методолошки конституисана, неопходно је установити њена својства као цјелине. То се постиже синтетизовањем знања о саставним компонентама проучаване регије. То, истовремено, значи да се при регионализацији јављају двије анализе. Примарна анализа, која аналитички изучава својства одређеног простора, последице чега се изводи одређени закључак о датој анизотропији⁵². У даљем поступку се обавља секундарна анализа, у којој се код тих, у примарној анализи издвојених дијелова, изучавају својства елемената дате цјелине. Да би истраживања имала пуни научни садржај врши се упоређивање својстава појединих елемената дате цјелине, тражи се хомогеност (јединственост, истородност) и диверзификација (разноврсност). На крају, синтетизовањем (спајањем, састављањем)⁵³ се установљава оправданост издвајања одређене регије. Тиме се синтеза, као крајњи поступак, дефинише као контрола примарне анализе, односно синтезом се провјерава тачниост примарне анализе.

Регионализација се може извршити и на други начин. Прво се аналитички изучавају компоненте средине (атмосфера, рељеф, хидросфера и др.). У току тог изучавања могуће је аналитичко разлагање на елементе/геокомпоненте (вода, ваздух, тло) и њихово касније изучавање, као и изучавање интеракције међу њима. Даље се дефинишу везе и односи међу компонентама дате средине, констатују се сличности и разлике. Повезивањем сличних својстава једне компоненте на одређеном простору конституише се регионална цјелина, а то је постигнуто примарном синтезом. У даљем поступку се, по одређеном својству формулишу сличности међу појединим регијама, што нам, кроз поступак секундарне синтезе, омогућује установљење регионалних цјелина вишег ранга. Као

⁵² Анизотропија (áнисос – неједнак, tróπος-окрет,смјер,начин) – особина неких тијела да у различитим правцима имају друкчија физичка својства

⁵³ Односи се на синтетизовање истородног и разноврсног

повезујући фактор најчешће служи неко од својстава компоненте средине (на примјер: нагиб, експозиција и др.). То својство може да буде синтетички фактор за секундарну синтезу или синтезу вишег ранга. Синтетизовање се може обавити по територијалном принципу, али се по њему не може вршити упоређивање појединих својстава елемената. То значи да територијалност не може бити синтетички фактор. Да би могла да се упоређују различита својства појединих елемената средине, врши се претходно квантитативно апстраховање и увођење поена за одговарајући степен квалитативног обиљежја.⁵⁴

Квантификација је, дакле, само одређени посредни поступак који омогућује научно синтетизовање по више основа и увођење комплексне синтезе. **Комплексна синтеза** је најзначајнији методски поступак у изучавању животне средине, нарочито за њено планирање и валоризацију. Треба имати у виду да се аналитичко – синтетички метод не може посматрати као посебан сазнајни поступак. Синтетизовање се не може обавити без одређене статистичко – аналитичке обраде података, поступака компарације и корелације анализираних елемената. Извођењу аналитичко – синтетичких поступака слиједи или претходи: програмирање, моделовање, класификовање, систематизовање или картирање.

Статистички метод истраживања животне средине

Већ смо истакли да је статистички метод важна допуна и средство сазнања на путу од анализе до синтезе. Овај метод подразумијева **квантитативно** истраживање масовних појава. Он не искључује истраживање и квалитативних обиљежја, али само под условом да се ради о великој маси квалитативних чињеница, које је могуће класификовати и систематизовати. Квантитативност овог метода чини га веома објективним и егзактним. Тачност статистичких истраживања је омогућена баш кроз квантитативну одредбу процеса и појава, примјену математичких закона и прорачуна. Даље, статистички метод се користи углавном за масовне појаве. Маса података се статистички анализира везујући их за просторне и временске одреднице. Она се (маса података) везује за **простор** тако што се односи за одређене локалитете или регионалне јединице, када су просторно детерминисане. При томе, зависно промјенљива у тој анализи може да буде **вријеме**. Тако, на примјер, ако проучавамо изворе, којих има у већем броју, просторно их одређујемо тако што их сврставамо по просторној припадности у сливове, административне јединице (општине), али и неке друге просторне јединице. Везивање квантитативних података за вријеме је такође типичан статистички поступак. Тада као аналитички фактор служи периодизација времена, тј. груписање скупа података према временским одредницама. Статистички метод има смисла само у случајевима када се ради о великом броју података, који су квантитативно одређени.

Статистички метод је универзалан епистемолошки алат. Користи се за изучавање како природних, тако и друштвених појава, па је као такав искористив при истраживању животне средине, јер његова универзалност омогућује да се третирају сви аспекти животне средине. Примјеном у истраживању животне

⁵⁴ О овоме ће бити знатно више ријечи у одјелку о методима вредновања и оцјене квалитета животне средине у смислу употребљивости за разне људске дјелатности и активности.

средине, статистички метод пролази кроз више посебних поступака, који се одвијају у етапама. Почиње се са етапом *сакупљања статистичких информација* о појавама и процесима у некој средини, а која по својим својствима, представља цјелину. Планска регистрација суштинских елемената неке цјелине и њихових обиљежја назива се *статистичко посматрање*.

У другој етапи/фази прикупљени подаци се подвргавају *статистичкој обради*. Она се прво врши кроз *систематизацију* и *груписање* тих података. Многобројне појаве које се налазе или догађају у животној средини, захтијевају потребу *типизације* и структурне диференцијације. *Груписање* података у оквиру једне исте масе може да буде различито, што зависи од обиљежја које је послужило као фактор груписања. Процес груписања има принципијелан значај, јер омогућује издвајање и концентрисање по истоврсним обиљежјима. У овој етапи се прелази са идентификације појединачних јединки у оквиру цјелине, преко регистровања њихових својстава, на груписање тих јединки у оквиру цјелине по основу истоврсности тих јединки.

Трећа етапа/фаза статистичког истраживања подразумијева *анализу и уопштавање* статистичких чињеница везаних за изучавање појаве. Резултати статистичке анализе се представљају, по правилу, у виду текста, који је праћен графичко – статистичким илустрацијама.

а. Карактеристике статистичког метода

Статистички метод се у много чему разликује од других истраживачких метода. Он омогућује *егзактну интерпретацију* појава и процеса у животној средини и *диференцијацију чињеница* у оквиру масе. Омогућује *уопштавање* својстава када су у питању квалитет и квантитет, чиме се дефинишу *закономјерности* распрострања појава и њихова временска одредница. *Егзактност* статистичког метода не значи ексклузивност тог метода (јединог метода који има то својство). Основна карактеристика статистичког метода је да се не бави карактеристикама јединке нити њеним мјерама (димензијама), већ заједничким квантитативним обиљежјима цјелине, установљењем тенденција и закономјерности њеног развика. Од изузетног је значаја за статистички метод *Закон великих бројева*, по коме су закономјерност и резултат статистичког метода ближи истини, што је у научном раду више више података обухваћено. У том случају величину појединих елемената или појава посматрамо као случајне величине, које не морају да се аутоматски потчињавају тој општој законитости. Тенденције и законитости утврђене помоћу закона великих бројева имају само снагу као масовне тенденције, а не као обавезујуће правило за сваког члана скупа. Зато у основи сваког статистичког истраживања стоји анализа и обрада *масовних појава*. Закон великих бројева није регулатор процеса. Помоћу њега се не изучава унутрашњи механизам и структура квалитативних односа у скупу, нити закономјерности квалитативних промјена. Ипак, у статистичким истраживањима велику улогу има *статистичка закономјерност*. Она је објективна квантитативна закономјерност јављања масовних појава, па се може посматрати као индикатор постојаности чињеница. Специфичност статистичког метода се изражава кроз *диференцијални приступ* изучавања масовних појава. При статистичком

истраживању скуп јединки или појава се разбија на групе које садрже истоврсне јединке. Овим се омогућује установљење структуре датог скупа и карактеризација основних типова појава.

б. Основне статистичке категорије и појмови

Основне статистичке категорије и појмови су: обилежје или својство, варијација (промјена, мијењање), статистичка маса, показатељ и систем показатеља.

Обилежје у статистичким истраживањима називамо својство, карактеристичну црту или другу особеност јединке, објекта или појаве из неког скупа. Оне могу бити измјерене, посматране и одређене. Обилежја могу да буду квалитативна и квантитативна. Квалитативна обилежја указују на суштинске разлике међу јединкама у скупу или одређеним групацијама које се јављају у оквиру тога скупа. Обилежја могу да буду примарна и секундарна, постојана и промјенљива. Примарна су она која одређују главно својство скупа, док секундарна одређују разлике међу групацијама у оквиру скупа.

Варијације су таква својства којима се исказује разноврсност, колебљивост и измјенљивост величина појединих елемената или динамика обилежја у току времена. Све јединке у оквиру једног скупа могу имати најмање двије варијанте. У оквиру једне групе јављају се разлике односно варијације у количини најмање и највеће вриједности. Оне се називају *граничне варијације*. Све различите вриједности у оквиру граница варијације једне групе називају се *варијанте*.

Статистичка маса је укупни скуп објеката или појава које су међусобно повезане у тај скуп по основу једног или више заједничких обилежја. Објекти и појаве се у том скупу разликују по другим обилежјима, која и служе за издвајање група. Објекти, појаве или својства које улазе у својства статистичке масе називају се *статистичке јединке*. Статистичка маса може да буде једнородна (хомогена) или разнородна (хетерогена). Хетерогеност је најчешће обилежје статистичке масе, а једна маса може у једном смислу или по једном својству исказивати хомогеност, док по другом својству може исказивати хетерогеност.

Показатељ је једна од основних категорија статистичког метода. Показатељем називамо уопштено обилежје испитиваних и обрађиваних појава и процеса у смислу квалитета у условима конкретног простора и времена. Показатељи су на примјер: културни ниво становништва, продуктивност рада у неком предузећу, стање загађености ваздуха, еродираност подлоге, очуваност шумског фонда, степен експлоатације неког ресурса и др. Скуп показатеља који вишеструко одређује стање средине представља ***систем показатеља***. Системност оваквог скупа показатеља огледа се у међусобној повезаности и условљености. Посебан вид система показатеља је тзв. *скупни показатељ*, који такође одражава стање средине, природе или друштва и назива се још и „синтезни“. Такви показатељи су на примјер: национални доходак, укупне инвестиције у заштити природе, укупно стање квалитета животне средине и др.

Сва статистичка истраживања се одликују одређеним степеном тачности. *Тачност статистичког истраживања* одражава степен адекватности прикупљених података и добијених резултата са реалним стањем у истраживаном

скупу појава. Што је статистички утврђено својство скупа ближе стварном својству, истраживање је више постигло сврху. Разлика између стварних својстава скупа и статистичких резултата назива се *грешка статистичког истраживања*. Грешке статистичког истраживања се јављају као резултат неправилно примијењеног поступка, нетачних података, неодговарајуће обраде и др. Грешке могу да буду случајне и стандардне, које се јављају као посљедица уопштавања и карактера самог статистичког метода.

в. Ток статистичког прикупљања података

Статистичко истраживање животне средине подразумијева претходно планско, научно организовано и систематизовано прикупљање података о предметима, појавама и процесима у одређеној средини, за одређени период времена. У процесу статистичког истраживања добија се прво примарни „сирови“ материјал у виду података и информација, које се затим подвргавају систематизацији, распоређивању, обради, анализи и уопштавању. Што је правилније и квалитетније извршено прикупљено података то ће резултати статистичке обраде бити егзактнији. Прикупљање података мора да буде тако организовано да је искључена свака субјективност прикупљача. Неопходно је за прикупљање података извршити солидне припреме. При томе потребно је разрадити ***програм прикупљања података***. У програму треба утврдити предмет за који се прикупљају подаци, његов обим, размјештај у простору и вријеме за које је потребно прикупити/узети податке. Под предметом се подразумијева одређена маса података у оквиру неке средине. ***Предмет прикупљања података*** могу бити на примјер: индивидуална ложишта на територији неке мјесне заједнице, све живе и неживе јединке у неком екосистему, водотоци у неком ријечном сливу и др. ***Статистичке јединице*** су саставни елементи предмета истраживања. За јединице се прикупљају подаци о њиховом квалитету или количини. Статистичка јединица може бити свако лице, кућа, извор, ријека, долинска страна, димњак, дрво и др. За сваку статистичку јединицу може бити узет један или више статистичких података, који се односе на квалитет или квантитет те јединице.

Јединка се као предмет статистичког истраживања карактерише са више различитих својстава. То значи да се може прикупити више података за исто својство, а још више за различита својства. Нормално је да се за сва својства не могу прикупити статистички искористиви подаци, па је веома важно утврдити која својства статистичке јединице могу бити статистички регистрована и за која својства треба прикупљати податке.

За прикупљање података се конструише ***статистички образац***. Он садржи списак питања на које треба дати одговор или која мјерења треба обавити, слободна мјеста за уписивање одговора и кућице за кодирање података. Образац се, поред дијела гдје се уписују одговори, сатоји још од насловног (идентификационог) дијела и упутства. У насловном дијелу се дају подаци о називу истраживачког поступка, о предмету истраживања на основу чега се може идентификовати свака јединица за коју су узети подаци. Ово се ради због транспарентности⁵⁵ метода, односно повјерљивости и контроле уноса података.

⁵⁵ Транспарентан; 1. провидан, прозиран, 2. лако уочљив, очигледан, лако схватљив, јасан

У упутству се даје објашњење о питањима, начину попуњавања ибразца, алтернатива код давања одговора и сл. Од начина формулисања питања зависе увелико и резултати статистичког истраживања. Питања морају бити кратка, да захтијевају јасан и недвосмислен одговор. Инструкција мора бити дата на самом обрасцу или се даје посебан текст упутства.

Предмет истраживања је често промјенљив. Може се мијењати број јединица или њихова својства, што захтијева да се прецизира *вријеме прикупљања података*. При томе се мисли на вријеме за које важе прикупљени подаци или вријеме обављања статистичког истраживања. Прикупљени подаци се могу односити на неки одређени временски период или важе за тренутак када је податак узет. Избор времена, односно временског периода, је значајна ставка програма и употребљивости статистичког истраживања.

За успјешно прикупљање података од највећег значаја је организација посла на прикупљању. Приоритетно је да се установи *организациони план*, којим се утврђује редосљед прикупљања података, мјере које се предузимају, као и конкретни задаци сваког учесника у истраживању. Организациони план мора, такође, да садржи: својства скупа за који се прикупљају подаци, циљеве и задатке статистичког истраживања, органе и број пописивача који прикупљају податке, вријеме прикупљања и обраде, рокове, припремне радове, а у оквиру тога спада и адекватна и квалитетна припрема пописивача. Статистичко истраживање може да буде веома различито, што зависи од величине скупа појава, континуитета истраживања и начина прикупљања података.

Према обиму захвата/количине података о изучаваном скупу појава, статистичка истраживања могу бити:

1. Потпуно истраживање. Подразумијева прикупљање података за све јединице без изузетака, у оквиру планираног скупа. Оваква истраживања су, на примјер, државни пописи станоништва, који се у многим земљама обављају сваких десет година;

2. Непотпуна истраживања. Испитује се само одређени број јединки/узорака или појава, односно прикупља се само дио података. Које ће јединке бити статистички испитиване зависи од изабраног поступка, који може да буде:

а) Поступак случајног избора у којем се узимају подаци за извјестан број јединки, не по неком правилу, нити предодређено, него случајно. Ако је правилно примијењен, овај поступак даје довољно добре резултате за дефинисање цијелог скупа.

б) Монографска истраживања подразумијевају да се из масе података узимају у обзир само они подаци који нас интересују. Најчешће су то подаци о неким особинама везаним за тематику нашег рада (на примјер: садржај неког метала у отпадним водама, образовни ниво ученика из домена животне средине и сл.).

в) Метод основних група подразумијева узимање података само за одабране јединице/појаве. Најчешће су то најважније, најкрупније или најинтересантније јединице, које имају преовлађујући утицај у скупу.

Према *времену прикупљања* података и континуитету статистичко истраживање може бити :

1. Непрекидно прикупљање података које се одвија систематски а подаци се узимају континуирано. Такво је, на примјер, узимање метеоролошких података,

података о водостају и сл. Подаци се прикупљају свакодневно или непрекидно, у исто вријеме и на истој локацији.

2. Периодично узимање података. Обавља се сезонски или у одређеним/одабраним периодима (временским раздобљима). Такво је, на примјер, узимање података о сњежном покривачу, леду на ријекама, поплавама и др.

3. Узимање података по потреби. Практикује се у случајевима када се истражује неки објекат или појава једнократно, односно када имамо потребу само за одређеним подацима. Такав поступак је узимање података о загађености ваздуха, када неки показатељи (неке вриједности које се мјере) показују загађеност изнад границе дозвољеног оптерећења. Сва теренска истраживања животне средине у пракси примијењују периодично узимање података. Понекад и нису потребна континуирана истраживања јер се ради о непромјенљивим својствима. Тада је једно прикупљање података довољно (нпр. нагиби земљишта, висина ријечних тераса, нагиби слојева, врста земљишта и др.). Једном утврђени и прикупљени подаци се дефинишу као стални.

Регистрација података на припремљеним обрасцима може да буде у виду:

1. Непосредно узимање података, при чему се јединке за које се подаци прикупљају понашају пасивно, односно оне не учествују у самом поступку прикупљања података. То је најчешће везано за прикупљање података о природним елементима средине (геолошки, геоморфолошки, хидролошки, климатолошки, педолошки, вегетацијски), али и прикупљања података о друштвеним елементима (проток возила, број присутног становништва на неком простору, резултати привреде, грађевински објекти и др.).

2. Документарно узимање података (узимање готових и сређених података из доступне документације). Врши се на основу познатих података/чињеница у доступној литератури и другим изворима (просторни планови, урбанистичке основе, национални извјештаји, научне студије и сл.). Такође, подаци се могу се узимати када је у питању загађеност воде из мјесечних или годишњих извјештаја институција које врше или су вршиле мјерења, затим из технолошких пројеката, метеоролошких и хидролошких годишњака и сл.

3. Анкетни начин . Код овог начина истраживане јединке су активне и дају своје одговоре. Овако прикупљање је могуће само у друштвеној средини и може бити оптерећено субјективизмом и пристрасношћу највишег обима. Овај начин је непоуздан, осим у случајевима када је циљ испитивање субјективних, индивидуалних мишљења.

2. Обрада статистичких података

У току прикупљања добија се статистичка маса коју је неопходно даље обрађивати да би се утврдила планирана законитост која влада у скупу. Код разнородне статистичке масе неопходно је извршити одговарајуће квалитативно и квантитативно разврставање података, док је за једнородне статистичке масе могуће само квантитативно разврставање. Обрада података подразумева два поступка: разврставање и груписање.

Разврставање података. Поступак који слиједи послјије прикупљања података. Статистичко распоређивање је веома сложена операција, при чему на хиљаде и стотине хиљада података треба претворити у систем који обезбјеђује одговарајуће прорачуне. Разврставање података подразумијева њихово издвајање по обиљежјима, формирање система показатеља и, на крају, заузимање става који детерминише истраживачки скуп. Разврставање се мора заснивати на свестраној теоријској анализи скупа, појединачних појава и процеса у њему, а на основу утврђеног програма рада и истраживања.

Груписање. Поступак рашчлањивања мноштва података о јединицама скупа на једнородне податке и конституисање група према одговарајућим, најчешће суштинским обиљежјима. Прије него се приступи груписању неопходно је одредити обиљежје по коме се врши груписање. Избор обиљежја зависи од намјене истраживања и претходне структурне анализе скупа. У основи, груписање по обиљежјима може бити атрибутивно (квалитативно) и квантитативно. *Атрибутивно груписање* изражава својство дате појаве самим њеним именовањем. *Квантитативно груписање* се заснива на бројним вриједностима, а сврставање у групе ће се вршити по количинским показатељима. Груписање јединки у оквиру одређеног статистичког скупа на основу њихових сличности и разлика назива се **статистичка класификација**. Оваква класификација се мора заснивати на суштинским обиљежјима која се мало мијењају и трају дуже времена. Као основа може да послужи нека већ утврђена номенклатура. Ако се класификација обавља по основу одређених квантитативних показатеља, онда се намеће питање вриједносних граница група које се називају интервали.⁵⁶

Интервали група могу да буду једнаки и неједнаки. *Једнаки интервали* се примјењују онда када се промјене у скупу одвијају равномјерно. Неједнаки интервали могу бити увећавајући, умањујући и комбиновани. Примјер једнаких интервала је еквидистанција на топографским картама (ТК 25, ТК 50, ТК 100) или груписање становништва по годинама старости (сваких 5 или 10 година). Неједнаки интервали су, на примјер, за приказану хипсометрију на физичкогеографским картама (хипсометријска скала боја). При установљењу интервала неопходно је установити тачне границе како не би постојала дилема којој групи припада јединка (**правилно је груписање** 1 – 5, 6 – 10, 11 – 15, 16 – 20 ..., **а не** 1 – 5, 5 – 10, 10 – 15, 15 – 20...). Број група и величина интервала зависе од измјенљивости обиљежја у скупу.

Код квантитативног груписања, најприхватљивије је оно по декадном систему. Што је скуп обимнији и промјенљивост у њему већа, то је број група већи, а и интервал ће бити већи. То правило треба користити разумно, јер сувише велики или сувише мали број група неће задовољити потребу статистичке интерпретације. Груписање по изведеним поступцима може да буде различито. Те разлике од потребе и изабраних услова груписања.

Типолошко груписање подразумијева сврставање у групе на бази констатованих типова појава и објеката. Техника распоређивања на типичне групе је веома сложена. Основне тешкоће се јављају при одређивању обиљежја по којима треба вршити груписање. Издвојити неку јединку као типичну могуће је по више

⁵⁶ Интервал – 1. размак, раздаљина,, удаљеност у времену или простору; међупростор; међувријеме; пауза; 2. *mat.* скуп свих бројева између два дата броја на бројном правцу

обилежја, али за дефинисање типа служи *основно обилежје скупа* или доминантно својство јединке. Када се као основно обилежје узима количина, тада је неопходно установити интервале. Интервали типолошке класификације се морају заснивати на таквим количинским разграничењима да је могућа и квалитативна подјела на групе.

Структурно груписање. Поступак квалитативног рашчлањивања релативно једноврсног скупа појава на групе, чиме је изражена структура скупа. Овакво груписање је од посебног значаја за статистичку анализу концентрације појава. На тај начин је могуће изразити степене концентрације загађивача у некој средини, вриједности деградације шуме, исцрпљеност ресурса и др.

Аналитичко груписање омогућује да се установе узрочно – посљедичне везе међу различитим обилежјима неке појаве. Овакво груписање би било, на примјер, утврђивање односа емисије гасова малих и великих извора загађења, при чему је могуће одредити износ емитовања по јединици производа, по једном запосленом и сл. зависна обилежја називамо *резултативна*, а обилежја која врше утицај називамо *факторима*.

Секундарно груписање је у ствари прегруписавање статистичког материјала који је већ подијељен у групе по неком основном обилежју. Оно се примјењује ако првобитно груписање не остварује сврху истраживања или није у складу са потребама истраживача.

Комбиновано груписање се врши по два или више обилежја. Задатак свестране анализе појава у животној средини не може бити испуњен примјеном само монофакторног груписања и на бази само једне статистичке класификације. Вишестрана анализа подразумијева систем статистичких класификација, који омогућује да се изрази слика датог скупа појава.

Статистичко груписање мора да почива на формално логичким критеријумима:

- при груписању објекти морају бити третирани вишестрано;
- у систему груписања и класификовања морају бити рјешени типолошки, структурни и аналитички захтјеви;
- свака група мора бити дио цјелине, а груписање дио заједничког система;
- резултати једног груписања не морају противурјечити резултатима другог груписања;
- систем временом не мора да претрпи суштинске измјене;
- груписање се по правилу обавља по квалитативној, а потом по квантитативној основи;
- резултирајућа обилежја морају бити консеквентна са системом показатеља скупа;
- у току времена не треба мијењати интервале статистичких група, јер није могућа ефикасна статистичка корелација.

д. Статистичка анализа података о животној средини

Обрада података се може вршити на разне начине. Ту се прије свега мисли на технику обраде, која може да буде ручна и машинска. Прије него се приступи обради, статистички материјал се подвргава логичкој контроли, а касније и

провјери у смислу тачности и потпуности. При томе се користе средства логичке⁵⁷ и аритметичке⁵⁸ контроле. Послије тога се прелази на кодификацију.⁵⁹

Кодификација подразумијева установљење неких једнообразних правила записивања података у циљу униформне обраде и убрзавања груписања и систематизације података. Установљење кодова значи да се за сваку групу даје одређени знак. Тако шифрирани материјал нам омогућује да се квалитативна обиљежја апстрахују (изузму, одијеле) и сведу на бројчане или симболске показатеље, односно да се свака посматрана јединица на најједноставнији начин сврста у групу јединица са истом шифром која представља дато обиљежје. Употреба кодова омогућује примјену разних механичких и електронских машина за обраду, а то не би био случај да се остало/задржало на описним обиљежјима. У току обраде података, шифре које су забиљежене покрај сваког податка се преносе у рачунар. За шифрирање се даје упутство које мора да буде усклађено са могућностима рачунара/компјутера и датог програма. У даљем поступку компјутер врши груписање јединичних података на основу истоврсних компјутерских кодова, квантитативних прорачуна бројности, учесталости, квантитативних односа међу групама и др.

Такви резултати нису довољни па се врши тзв. **алгоритмизација**, која подразумијева тачно описивање и преображај (трансформацију) улазних информација у излазне. Основно својство алгоритмовања је превођење квалитативних и квантитативних обиљежја у симболе, њихово груписање по припадности и дефинисање веза и односа. Алгоритам може а буде логички изражен метематичком структурном формулом или графички. Он одражава структуру процеса обраде података и показује везе међу појединим групама. Процес преображаја статистичких података, означен као алгоритмовање, представља основу за процес који се заснива *програмирање*.

Програмирање је процес којим повезујемо почетну информацију (*input*) са добијеним резултатом (*output*). Програмирање подразумијева израду одговарајућег програма или коришћење неког већ постојећег апликативног⁶⁰ програма. У примјени софтвера је велики број готових апликационих статистичких програма.

Програмски језик је у суштини модел поступка обраде података од улазне до излазне информације. Електронска машина може да буде овезана са механичким уређајима за писање или цртање, тако да се на крају добијају резултати не само у виду табела, већи и у виду графикона, дијаграма, карата и текста, који представљају информацију о датом статистичком скупу.

⁵⁷ Логика, 1. унутрашња повезаност, условљеност, међузависност, смисао; 2. начин размишљања, гледања на ствари; схватање; расуђивање.

⁵⁸ Аритметика – наука о рачунању; дио математике који проучава природне, цијеле и рационалне бројеве

⁵⁹ Код – 1. систем договорених знакова за успостаљање комуникације; 2. шифра; 3. рач. програмска наредба;

⁶⁰ Апликација – примјена, практична употреба

7.1.1.3. Класификација као метод истраживања, упознавања и детерминисања животне средине

Класификација је у научној методологији такав истраживачки поступак, којим се неки општи појам или став, на основу утврђених принципа, дијели на своје саставне дијелове или чиниоце. Сама животна средина је један од најуопштенијих и најкомплекснијих појмова, па је класификација неопходан поступак за њено изучавање. Она представља услов и резултат научноистраживачких анализа. Да би била сврсисходна, она мора да буде заснована на унапријед постављеним класификационим принципима⁶¹, односно да се обавља по утврђеним правилима класификације. Прије него што се приступи класификацији неопходно је да предмет класификације буде у потпуности одређен. Та одредба мора да буде обављена, како по обиму, тако и по садржају. Принципи класификације за цио предмет и вријеме трајања класификације морају бити јединствени. Класификација је могућа само за хетерогене (разнородне) скупове у којима се свака јединка одликује индивидуалним својствима, односно посједује бар једно своје обиљежје. Предмети који улазе у састав једног класификационог скупа (класе) су по својим обиљежјима истоврсни/истородни, предмети друге класе су истоврсни по другом обиљежју. Поступак одређивања припадности објеката или појава појединим класама, а ових класама вишег реда, при чему се дефинише редосљед односа, назива се **систематизација**. Према томе класификација и систематизација представљају методолошки супротне поступке, јер *класификација* подразумева разврставање скупа на одговарајуће класе, а *систематизација* интеграцију јединки у класе, врсте и друге групације по основу спољних обиљежја. У животној средини се могу обављати разне класификације. То класификовање може бити по просторној одредби или по временској одредби/одредници. Елементе класификације можемо класификовати по типу, на примјер на природне и друштвене. Климуможемо класификовати по просторним компонентама (тропска, суптропска, умјерена...), по термичким својствима (топла, умјерена, хладна) или по влажности (хумидна, аридна, семихумидна, семиаридна). Ако класификацију обављамо по систему вертикале, онда такав поступак називамо **таксономија**. Она представља виши степен класификације, како у квалитативном, тако и у квантитативном погледу. Поступак прибарања елемената у одређену класу, а на основу одређеног обиљежја назива се **типизација**. Типизација је један од облика груписања, при чему типизација подразумева груписање по основу квалитативних обиљежја (Д. Арманд, 1975).

Класификациони поступак је присутан у свим наукама, али и у техници, умјетности, производњи и свакодневном животу. Пуанкаре је сматрао да нема науке без класификације. Класификација као истраживачки поступак у животној средини се може обављати по различитим обиљежјима, а које ће обиљежје бити најважније, зависи од објекта и намјене истраживања. Тако је неко обиљежје за неку намјену примарно, а за другу намјену је од секундарног значаја. На примјер, хемизам подземних вода је мало значајно обиљежје за класификацију предјела/подручја, али је за хидролошка класификовања хемизам подземних вода једно од најважнијих обиљежја. Класификовање у животној средини обухвата

⁶¹ Принцип – основни став, полазна мисао; руководећа идеја, начело

морфолошке показатеље (форме/облике), просторне показатеље (размјештај), временске, квантитативне и генетске показатеље. Највиши степен научности имају генетска обиљежја класификације, јер дају одговоре о постанку и степену развоја појединих група и типова, али и цијелог скупа.

Овај метод (класификација) омогућује да се конкретизује садржај општеважећих појмова, као ма примјер: рељеф, клима, предио, насеље и др. Класификовање олакшава истраживање јер се помоћу њега утврђује веза припадности, сличности и разлике међу појавама и објектима.⁶² Представља основу сваког гранског, регионалног и типолошког рејонирања/реонирања. На крају, класификација омогућује и изучавање релативно малог броја група, умјесто огромне масе јединки из цијелог скупа. Она се проводи дедуктивно,⁶³ за разлику од систематизацију, која чисто индуктивни⁶⁴ поступак. Класификација се проводи тако што се при констатовању предмета, односно скупа првенствено утврди принцип груписања или типизације, да би се јединке скупа размјестиле у групе или класе. Таква класификација би била, на примјер, подјела седиментних стијена (предмет класификације) по начину настанка (класификационо обиљежје), при чему се добијају типске групе седиментних стијена: кластичне, органогене, хемијске.

а. Правила класификације

Свака класификација у оквиру предмета истраживања или самог истраживачког поступка мора почивати на принципима, то јест мора се придржавати одређених правила, односно критеријума:

1. *Збир издвојених типова мора количински бити једнак величини скупа, који је подвргнут класификацији.* То значи да се не смију испустити неке јединке, а да не буду укључене у класификациони поступак, чиме се искључује могућност да нека јединка не припада ни једном од установљених типова односно група. Рецимо, при класификацији стијена на магматске, метаморфне и седиментне стијене, не смије се нека стијена сврстати у двије групе наведене класификације стијена, јер би то била некоректна и ненаучна класификација. *Групе издвојене по типским обиљежјима морају укључити све јединке скупа, при чему свака јединка може припадати само једној класификационој групи.* То значи да се класификација мора обавити тако да се разграниче подскупови на основу примарних обиљежја, при чему не смију да се јаве дилеме о припадности. Таква је, на примјер, класификација крашког макро рељефа.

2. *Класификовање треба да буде такво да се избјегну различита обиљежја за исте степене класификације.* У нашем случају морфолошко обиљежје је служило као основ класификације у првом степену (поља и долине), а однос према окружењу

⁶² Објек(а)т- 1. а. предмет (ствар) на који је усмјерена радња, жеља или интересовање; б. циљ, сврха, задатак; 2. *филозофски*: садржај наше свијести или подсвијести на који се мисаона или вољна дјелатност упућује.

⁶³ Дедукција – закључак добијен, изведен из општих судова, закључивање од општег ка појединачном.

⁶⁴ Индукција – 1. *логички*: метод закључивања од појединачног ка општем, од случајног ка законитом.

као обиљежје другог степена. Класификациони поступак мора да буде систематичан, иначе ће се јавити конфузија.

крашки макро рељеф	\langle	крашка поља	$<$	отворена затворена
		крашке долине	$<$	слијепе висеће

3. У оквиру једног класификационог степена придржавамо се само једног обиљежја. Погрешно би било дијелити на једном истом степену по више обиљежја. Некоректна класификација би била, на примјер, када бисмо крашка поља подијелили на сува, периодска и стално плавлена, а долине на слијепе и висеће, јер би у том случају на истом степену класификације била примијењена двба различита критеријума: за поља хидролошки, а за долине морфолошки. Некоректна би била и класификација дрвећа на старе четинаре и младе лишћаре.

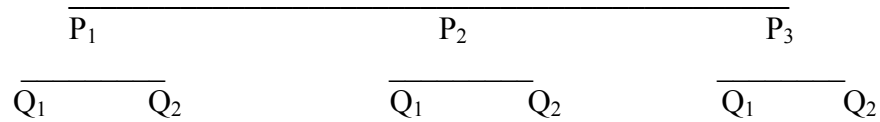
Класификација се мора спровести најприје по неком основном обиљежју, а потом по секундарном, терцијарном итд. Примјер хомогене класификације је када се у току цијелог класификационог поступка врши подјела само по једном обиљежју (у нашем случају обиљежје је старост стијена). Секундарна обиљежја су мање временске јединице. То значи да је временско степеновање у цијелом поступку послужило као класификационо обиљежје. Оваква класификација се назива *хронолошка*.

К	\langle	K_1	\langle	K_1^5
				K_1^4
				K_1^3
		K_2	\langle	K_1^2
				K_1^1
				K_2^3
				K_2^2
				K_2^1

Осим хомогене постоји и *хетерогена класификација*. Пошто је у овом правилу подвучено питање припадности, то се при класификовању ове врсте морамо тога строго придржавати. Класификација која је показана у моделу указује да се скуп (С) најприје дијели по најважнијем својству (Р) по коме је развијено на класе. Даље се класификација развија по секундарном обиљежју (Q) које се исказује у секундарним обиљежјима (Q_1, Q_2, Q_3, Q_4). Очигледно је да постоје два класификациона нивоа (ниво Р и ниво Q). Крајњи класификациони резултат су четири класификационе групе које су различите по обиљежјима и као такве

груписане у посебном степену Q. У неким случајевима класификационе јединке се у секундарном обиљежју могу у потпуности или дјелимични понављати.

С



У неким случајевима се не може постићи истоврсност секундарне или терцијарне класификације, односно класификације нижег степена, па се, најчешће, прибјегава узимању неког другог обиљежја. На примјер, обиљежје Р дијели на основу секундарног обиљежја Р на класе Р₁, Р₂ и Р₃, док се класа Р₁ и даље дијели на групе по обиљежју Q на класификационе групе Q₁ и Q₂. То значи да је уведено и друго обиљежје по истом степену класификовања. При класификовању се не смије испустити ни један степен, јер ће у том случају недостајати логички чланови цијелог методолшког поступка, а сам поступак ће бити несистематичан и непотпун.

б. Својства и врсте класификације

Једно од основних својстава класификације је њена прегледност, без обзира на врсту класификације. Неопходно је да класификовање у оквиру једног скупа на врсте, родове и њима сличне класе и поткласе буде логично и очигледно.

Прегледност класификовања се најбоље сагледава помоћу тзв. *класификационих решетки*. Оне се раде у виду прегледних табела, при чему је класификовање обављено по два обиљежја, приказана на вертикали и хоризонтали. На вертикали се прво издвајају велике групе по основу примарних обиљежја, затим на мање групе по основу секундарних и терцијарних обиљежја. На хоризонталној подјели решетке, која се изражава колонама, дају се обиљежја по другом основу, гдје такође може да буде установљен систем хијерархијске подјеле. Тако се, на примјер, по хоризонтали може вршити класификовање по просторним, а по вертикали по временским обиљежјима.

У оваквој табличној класификационој решетки положај сваког правоугаоника одређује тип предјела по два осовна обиљежја: морфологији и клими. Тако је могуће извршити класификацију предјела која се квалитативно разликује и од морфолошке и од климатске класификације неког подручја. Тако, у правоугаонику коме по вертикали одговара измијењено – суптропски климат, а по хоризонтали припада јадранско – егејском басену (подкласа долине), у класификационом смислу би ово подручје означили као долину измијењено суптропске климе. Том типу долине одговарају долине Мораче и Зете, па би га било правилно означити као „предио морачко – зетског типа“. На сличан начин би предио у коме влада сушни климат суптропа, а морфолошки припада јадранско – егејским долинама, могли да дамо назив „пчињско – лепеначки предио“. Све варијанте предјела добијене укрштањем обиљежја, који се могу добити у оваквој решетки, не морају да се налазе у нашем територијалном/административном

постору. Међутим, и то је један квалитет више овог поступка, јер се може изразити варијациони ареал⁶⁵ типова предјела неке територије.

Табела 7.1. *Класификациона решетка типова предјела. Приказан је положај долина Зете и Вардара, затим подручја Срема, Поморавља, Суве планине и Шар планине.*

Климатске карактеристике →		Суптропска клима			Планинска клима			Континентална клима		
		влажна	сува	преглазна	влажна	сува	преглазна	влажна	сува	преглазна
Морфолошке карактеристике ↓										
Планинска област	алпске планине							■		
	громadne планине									
	вјеначне планине								■	
Јадрански басен	острва									
	приморје									
	ријечне долине		■							
Панонски басен	дно басена									■
	обод ријечне долине								■	
	обод побрђе басена									

Осим решетке, која је дата у Табели 7.1. и која се означава као *квалитативна* класификациона решетка, могу се умјесто именованја врсте морфолошких и климатских типова дати различите бројчане вриједности, које одговарају тим обиљежјима. На тај начин су квантитативно исказана одређена својства средине на бази извршених мјерења. Тако се добија *квантитативна класификациона решетка*.

Овим поступком се рељеф може исказати помоћу апсолутних или релативних висина, а клима вриједностима температура (°К, падавине у mm, влажност у %, вјетрови у m/s, и др.). Успостављањем квантитативне решетке класификација добија на објективности. Поред тога смањује се број варијација, а могуће је и директно упоређивати одређена обиљежја и установити како појединачни елементи средине утичу на друге елементе или подсистем средине. Ово својство исказујемо као каузалност⁶⁶ класификационих решетака.

Вариограми. Видјети поглавље 4.3. монографије: *ОСНОВИ ГЕОЕКОЛОГИЈЕ*, аутора Ч. Црногорца и М. Спахића; страна 75 – 77.

⁶⁵ Ареал – површина распрострањености било које појаве.

⁶⁶ Каузалан – узрочни, који се односи на узрочну повезаност

7.1.1.4. Метод моделовања у истраживању животне средине

Већ у првим школским данима сусрећемо се са одговарајућим моделима,⁶⁷ који имају улогу да нас упознају са одређеним својствима предмета из наше околине, јер те предмете није могуће упознати директним опсервацијама. Тако у школским клупама упознајемо одеље машина, анатомске моделе биљака, животиња и човјека, моделима пресека Земљине коре, моделима рљефа, картографским моделима, глобусом и др. Међутим, није то наш први сусрет са моделима и моделовањем као сазнајним поступком. Са моделима се суочавамо када закорачимо на овај свијет. Наш опажај средине око нас је у суштини *одраз (модел)* те средине у нашој способности психофизичке спознаје. Одроз, као модел нашег окружења се може прихватити и из разлога што није истовјетан са стварном околином. Да није истовјетан свједочи нам низ „грешака“ у виђењу (перспективно гледање), потреба мјерења и доказивања. Кад изговоримо прву ријеч, ми смо звучним моделом исказали тај предмет, процес или појаву. Написано слово је графички модел гласа, а ријеч самог предмета, док је неки електромагнетски импулс у рачунару модел неког именованог или неименованог скупа.

У свакодневной стварности, а нарочито у производњи срећемо се, такође, са моделима (моделу ципела, одјеће, аутомобила, машина и сл.). У овом случају модели не представљају само одређену репродуктивну аналогију средине, већ ми моделима усмјеравамо догађаје и радње у будућности. Према својој улози моделе дијелимо на *репродуктивне* и *продуктивне*. Продуктивно моделовање се врши кроз двије фазе, односно кроз два поступка. Први дио моделовања се дешава у свијести „моделара“ истраживача. Овај модел називамо мисаоним моделом. Друга фаза продуктивног моделовања је израда нацрта или прототипа. *Прототипски модел* је уствари наставак и реализација мисаоног моделовања, то јест његовог опредмећења. Он није истовјетан са њим, јер је постигнута већа конкретизација. На њему могу више лица да врше разна истраживања и поправке, док је на мисаоном моделу то у могућности да ради само лице које га је створило. Осим прототипске, овај модел има и *експерименталну улогу*.

Термин „модел“ се у савременој науци употребљава у различитом смислу. Ријеч модел настала је од латинске ријечи *modus* што значи мјера. Други важан термин, који подразумијева стварање модела је *моделовање*. Моделовање животне средине је такав научно – истраживачки мртод изучавања у коме се изучавање обавља индиректно, посредством модела објекта, процеса или појаве ии самог комплекса животне средине. Моделован може бити цјелокупни „оригинал“ или само једно или неколико његових елемената и својстава. Изучавајући модел добијамо податке о самом предмету истраживања, за који је модел створен. Овај поступак посредовања на релацији оригинална средина – истраживач се може обављати помоћу вјештачких или природних аналогија (модела), који су у одређеном смислу у могућности да замијене оригинални предмет који је предмет изучавања. На тај

⁶⁷ Модел – 1. узорак по којем се неки производ израђује; 2. објекат, грађевина, машина, брод, авион и сл. у смањеној величини како би се представио његов изглед и план израде или градње макета; 3. основни узорак, изглед одјевног предмета или обуће који се израђује у серији; 4. *мат.* приближни опис неких појава или објеката у стварном свијету, уз помоћ математичке симболике (функција, једначина, неједначина и др.);

начин моделовање подразумијева посматрање, анализирање и експериментисање на моделу, а добијени резултати се могу односити на оригиналну средину. Поступак моделовања се састоји у процесу *упрошћавања*, да би се добио модел неке средине, чија својства омогућују ефективно изучавање саме средине. Упрошћавање мора да буде такво да остане довољно сличности са оригиналом, како би резултат истраживања на моделу могао да буде примијењен на оригиналу средине. Обратни поступак детерминисања (одређивања) појава и процеса са модела назива се *интерпретација модела*. Она не мора да буде истосмјерна у сваком интерпретацијском поступку, јер зависно од циља и тражених резултата ти поступци могу бити различити. У класичном поимању модел и моделско истраживање подразумијева закономјерно и доказиво установљење сличности структура и узајамних веза изучаване појаве. Најједноставније и најочигледније је *формално моделовање*, гдје се сличност остварује само по форми. Такво моделовање се среће свакодневно (фотографије, макете, рељефи). И наше гледање представља одређен облик формалног моделовања. Знатно је сложеније *структурно моделовање*, гдје је моделом неопходно, поред форме, исказати и структуру оригиналне средине. Тај исказ може да буде у виду шеме, формуле или као физички структурни модел (телуријум, тектонски процеси у Земљиној кори и сл.). Суштина метода моделовања се састоји у томе што се упоредо са системом оригинала разматра његов модел приказан неким другим системом, који је сличан оригиналу уз одређени услов сличности.

Модел увијек представља закономјеран одраз средине, али и предуслов неких елемената средине. Циљ сваког моделовања је да успостави такав модел који може да замијени оригиналну средину, неке њене елементе и компоненте. Моделовање претпоставља апстраховање свих, за истраживачки поступак неважних елемената, дијелова или својстава.. Може се моделовати цјелокупни систем средине, њене структуре или само њен дио (подсистем, елемент, вез и сл.), или појединачно својство. Баш та особина модела, да у истраживачком поступку замјењује оригиналну средину, омогућује да се средина „приближи истраживачу“ и да се она на тај начин посредно истражује. Метод моделовања животне средине, односно истраживање животне средине уз помоћ модела подразумијева истовремено и *имитацију*⁶⁸ *чињеница* везаних за средину. Имитационо својство модела представља значајну олакшицу у истраживању, јер је баш тим имитирањем нека физички тешко приступачна средина „приближена“ истраживачу. Моделовање је, значи, одређени истраживачки поступак, али и замјена оригинала његовом имитацијом (моделом). Оваква двојна улога модела, чини моделовање специфичним методом.

Моделу су нарочито погодни за истраживање и приказивање *структуре* животне средине. То увећава аналитичност овог истраживачког поступка. Такође, моделом може да буде исказан *систем средине* без обзира на његову сложеност и просторни захват.

Моделу система животне средине спадају у групу најсложенијих модела, јер је моделом наопходно изразити разноврсност структуре животне средине

⁶⁸ Имитација – 1. подражавање, угледање на кога или што, обликовање према узору; 2. оно што је израђено по неком узору; сурогат, фалсификат, копија

(разнородне елементе, разносмјерне везе и односе, субсистеме/подсистеме и др.), односе међу појединим компонентама, како у оквиру самог система, тако и према окружењу. Апстраховањем и уопштавањем постиже се да модел постане *идеални образац* животне средине. То даље омогућује истраживање оптималних варијанти усмјеравања (кибернетика⁶⁹ модела) животне средине. На крају, неке од варијанти модела представљају и *физичку репродукцију* конкретне средине, елемента или својства. Такви модели су макете, прототипи, рељефи, глобуси и др.

a. Својства модела и моделовање

Модел као предмет истраживања и истраживачки поступак карактерише се низом добрих својстава, што га чини незамјенљивим методом у модерним научним истраживањима система. Међутим, као и сваки метод, тако и метод моделовања има извјесних недостатака, па не можемо говорити да је то најбољи метод, али можемо рећи да је за извјесна истраживања најзахвалнији метод, поготово када је истраживање у сврси прогнозирања развоја средине и усмјеравање тог развоја. Једно од основних својстава модела је његова *сличност са оригиналном животном средином*, чиме је на основу познатих логичко – математичких закона сличности могуће истраживати саму средину. Услов сличности је значајно својство јер изведени закључци о законитостима на бази модела, морају бити истовјетни или у највећој мјери слични са законитостима у средини.

Сличност модела са средином омогућује да на основу познатих компоненти и веза које смо добили/сазнали истраживањем на моделу сазнамо, и за нас, непозната својства средине. Модел не може испунити истраживачке задатке, нити може бити установљена законска сличност ако нема својства *коресподентности*⁷⁰ са средином. Кореспондирањем се успоставља посредни контакт истраживача и средине. Ово својство омогућује да се модел конкретизује и изврши његова оријентација у простору и времену.

Сваки модел има својство *информативности* јер истраживачу омогућује сагледање низа информација о средини за коју је установљен тај модел. Информативност модела се постиже без обзира да ли се ради само о једној или низу информација. Ни један модел не може пружити све информације о животној средини, јер би у супротном постао универзални модел, који би самим тим искључивао све друге методе.

Поред наведених добрих особина модели и моделовање имају низ недостатака. Наиме, ни један модел не може да буде сложен/комплексан колико је сложена оригинална средина, и он мора да представља *упрошћену имитацију* животне средине. Само својство упрошћавања умањује обим истраживачког поступка, јер је при упрошћавању извршено апстраховање и одбацивање неважних чињеница. То понекад доводи до нетачности/непрецизности резултата истраживања на моделу.

Шематизам модела приближава овај модел статистичким просјечностима. Апстраховање умањује комплексност модела и комплетност истраживања у односу

⁶⁹ Кибернетика – наука о законитости тока информација и управљачким дјеловањима у машинама, живим организмима и њиховим заједницама

⁷⁰ Коресподентан – који одговара нечему; одговарајући, сагласан

на оригиналну средину. То све чини да је модел само *приближно адекватан* са одговарајућом животном средином. Највећи обим сличности са оригиналном средином се постиже када се при изучавању одређеног типа средине као модел узима нека друга одабрана средина (полигонски⁷¹ модел). Полигонско имитационо истраживање животне средине даје најбоље резултате, а нарочито у припреми научних и стручних кадрова за увјежбавање научног посматрања и истраживања.

Процес научног моделовања подразумијева успостављање одређених односа између модела и оригиналне средине, на основу којих је могуће истраживати, за нас интересантне, компоненте средине. На основу тих односа, за већину процеса моделовања важе закони сличности а то нарочито ако је истраживање у домену технике и егзактних наука. Закон сличности омогућује упоређивање оригиналне средине и модела. Сагласно овим законима за успјешно моделовање потребно је задовољити сљедеће услове:

1. Сличне појаве се дешавају у сличним системима и могу бити представљене једнаким математичким или логичким зависностима. Те зависности морају бити условно или безусловно једнородне. У овом случају сличност моделовања је остварена сличношћу модела и оригинала.
2. Два или више скупова називамо сличним ако су им елементи једнозначни (имају иста својства). Свака промјена једног елемента скупа подразумијева промјену адекватног елемента другог скупа.
3. Однос модела и оригиналне средине је везан одређеним ограничењима која се могу исказати као *коэффициент сличности*.
4. Моделовање захтијева исте критеријуме сличности за цио поступак.
5. Моделовање произлази из узајамне везе квалитативних и квантитативних карактеристика изучаване оригиналне средине, које се одражавају на средину, тако што су те везе исказане.

б. Врсте модела животне средине

Животна средина, као најсложенији систем омогућује примјену свих до сада детерминисаних и изучених модела. Оригинална средина и њен модел, али и различити модели једне те исте средине, могу се разликовати по начину реализације. То значи да се за истраживање примјеном модела користе различите врсте модела. То зависи од потребе истраживања. При класификовању модела можемо се придржавати различитих принципа. У суштини се улога модела може изразити као инструментална (модел као инструмент⁷² истраживања) и сазнајна истраживања (сазнавањем модела сазнаје се и средина). А. Корчагин (1969) издваја сљедеће врсте модела:

- По типичном својству: материјални, идеални, предметни и симболски;
- По форми изражавања: механички, логички, математички;

⁷¹ Полигон – специјално/посебно уређена просторија или неки простор на топографској површини уређен за различита испитивања (инжењерски полигон, хемијски полигон, полигон за тестирање загађивача животне средине, војни полигон и др.)

⁷² Инструмент – 1. оруђе за расд, справа, алатка, средство; 2. направа за мјерење, снимање, праћење, показивање одређених вриједности;

- По предмету истраживања: физички, технички, хемијски, биолошки, медицински и др;
- По задацима истраживања: хеуристички модел (користан, сврсисходан у научном истраживању) и прогностички модел (закључивање унапријед засновано на истраживањима);
- По степену тачности: приближни, тачни, вјероватни;
- По обиму захвата: потпуни и непотпуни;
- По истраживачкој улози: системски, функционални, информациони;

За истраживање у животној средини од највећег значаја су структурни, функционални, информациони и аналошки модели. Велики број напријед наведених модела може бити подведен под назив *логичко – математички модели*. По начину реализације разликујемо реалне (природне или аналошке) и идеалне (симболске) моделе.

Реални модели одражавају суштинске црте оригиналне средине по самој суштини физичке конструкције и постојања. Тако, на примјер, акваријум са његовом вегетацијом, живим свијетом и микроорганизмима, изражава нека стварна својства природне водне средине, иако је то вјештачка средина и знатно мањих димензија у односу на ону у природи (хидросферни комплекс). Један од најсложенијих проблема са којим се сусрећемо при успостављању природних/реалних модела је у тешкоћи обезбјеђења адекватности модела са оригиналном срдином, а самим тим и могућности примјене моделовањем добијених истраживачких резултата. За разлику од њих, неки модели који служе за рјешавање великог броја научних и конструктивних задатака, нису толико сложени јер имају релативно изотропну⁷³ средину (на примјер: аеродинамички и хидраулички модели), па је лако за њих установити критеријуме адекватности са оригиналним условима.

У реалном моделовању систем животне средине (екосистеми, предјели, економско – еколошки системи) питање установљења адекватности је још далеко од установљења задовољавајућег рјешења и од потпуности. Сем тога формирање природних модела средине и њихово коришћење за научно – истраживачке сврхе је везано са низом техничких потешкоћа.

За разлику од природних модела *семиотички*⁷⁴ (*логички*) *модели* представљају само условни одраз система оригиналне средине. Представљени су скупом симбола и операција са симболима. Као резултат тога добију се ријечи и реченице неког језика (језик симбола⁷⁵) које се на основу утврђеног система могу интерпретирати као одрази неких својстава елемената система оригиналне животне средине. Симболски модели су знатно богатији могућностима примјене од реалних, јер нису везани ограничењима физичке реализације. За истраживање животне средине међу семиотичким моделима највиши степен примјенљивости имају концептуални и математички модели.

⁷³ Изотропија – својство неких тијела да у свим правцима показују иста физичка својства; изотропан – истих физичких својстава

⁷⁴ Семиотика – општа теорија знакова и симбола у логици и лингвистици

⁷⁵ Симбол – 1. знак о којем се нешто може распознати, сазнати или закључити; 2. знак који означава нешто што се не може сликовито представити (апстрактно, научно, духовно, појам, идеал); 3. уговорени знак, усмени знак, лозинка; 4. изражајно средство у књижевности и умјетности

Концептуални модели представљају нешто више формализовану и шематизовану варијанту фундаментално⁷⁶ – научног приказа система средине, који се састоји од текста и блок – шеме система, затим таблица, графика и других илустративних прилога. Сам термин „концептуални модел“ указује да ови модели служе за јасно, уопштено а у исто вријеме и егзактно исказивање знања знања и представљање резултата истраживања изучаваног система у оквирима и помоћу средстава одређене научне концепције. На примјер, у оквиру енергетске и биохемијске анализе, концептуални модели добијају облик блок – шеме трофичких⁷⁷ веза или кружења материје у самим системима. Све шеме⁷⁸ су праћене текстуалним објашњењима, таблицама и графичким додацима. Концептуални модели у истраживању животне средине и њених система (геосистеми, екосистеми, енергетски системи, природно – територијални комплекси, природно – антропогени системи и др.) . Укључивањем мјерења и квантитативних својстава у моделе, концептуални модели су постали егзактни. Тако је концептуални модел захватио бројност популације, биомасу геосистема, резерве органских и минералних материја. Тиме је омогућена примјена различитих математичких и статистичких поступака. Са друге стране квалитативним концептуалним моделима је било могуће изразити једино структуру и неке аспекте функционисања система животне средине.

в. Математички модели

Математички модели су веома ефикасни за квантитативно изучавање система средине. У зависности од својства разрјешавања функције модели динамичких система класификују се по обиљежјима. Ако је функционисање одређено аналитички, називамо их математичким аналитичким моделима.

Аналитички модели имају повољна својства која олакшавају истраживање и примјену у практичном рјешавању. Ипак у највећем броју случајева изналажење вриједности функције $F(x)$ се показало отежаним или немогућим. Када је скуп једначина и неједначина непротиврјечан и потпун, могуће је наћи алгоритам⁷⁹ (поступак рачунања за рјешавање одређеног проблема, по одређеном редоследу) бројчаног рјешења тих једначина на рачунарима, чиме се израчунавају функције τ у виду рачунарског програма. Помоћу таквог програма са познатим улазним и почетним подацима о промјенљивим за интервал времена можемо ријешити функционисање скупа. Овакве моделе називамо *бројчани* или *имитациони*.

У зависности од степена предвидљивости и трајекторије⁸⁰ функционисања система, моделе дијелимо на детерминантне (одређене) и стохастичке (вјероватне). Детерминантни модели имају познате вриједности промјенљивих, које су истозначне (са тачношћу стандардне девијације). Стохастички модели за сваку

⁷⁶ Фундаменталан – 1. основни, темељан; 2. који има велику важност; 3. који служи као извор (података); **фундаментална интеракција** – физ. основно међусобно дјеловање

⁷⁷ Трофичан – који се односи на храну и прехрану; трофички ланац – ланац исхране

⁷⁸ Исправно: шеме

⁷⁹ Алгоритам – рач. логички низ операција које треба да изврши компјутерски програм

⁸⁰ Трајекторија – мат. крива линија коју нека тачка описује у простору или равни током кретања

промјенљиву S_u дају различите вриједности окарактерисане вјероватним показатељима, као математички очекивану $M_p(s_u)$ и средње квадратно одступање.

10% Електрофилтер				у мрежу 30% ↑
↑	90% Турбина	Генератор	Трансмисија	
Парогенератор →			→	
↑	Кондензатор	60% Хлађење турбина		
100% Гориво	→			

Примјер квантитативног концептуалног модела на коме је приказан енергетски биланс ТЕ на угаљ
(Извор: „Енергија“, Москва, 1979. године)

Према карактеру временског израза динамике промјенљиве $S_{u(T)}$ разликују се дискретни и непрекидни математички модели. *Дискретни модели* исказују понашање модела за фиксирани временски период. *Непрекидни модели* приказују вриједности промјенљивих у било ком временском моменту разматраног интервала. Међу дискретним моделима се издвајају модели са *фиксираним интервалом* по времену који не може бити измијењен, а да не дође до измјене цјелокупног система. На примјер, у моделима динамичке популације организама са непрекинутим покољењима, која се смеђују једном годишње. За разлику од њих јављају се дискретни модели у којима се временски интервал неограничено умањује, што има за последицу приближавање континуираним моделима.

Сљедеће важно својство по коме се математички модели система средине примијењују је исказивање *просторне структуре* и *временских разлика*. Моделе у којима је присутна само временска компонента називамо *временски модели*, а оне гдје временска компонента не зависи само од времена, него и од просторног размјештаја називамо *локациони (просторни) модели*. На примјер, при моделовању водног екосистема својства промјенљивог стања могу бити исказана по површини екосистема, а сумирање обављено по дубини за масу популације, резерве биогених елемената и слично, изражено у грамима биомасе по јединици површине (g/m^2). То је временски модел јер се изражава за један моменат (посебан период унутар ширег или дужег тока времена), а простор се моелом не исказује. Ако се у моделу третира и хетерогеност по дубини (координата z), добићемо детаљнији модел са просторно распоређеним својствима.

Математичко моделовање пролази кроз неколико фаза/етапа. Прва фаза/етапа формирања математичког модела је стварање концепта. *Концептуализација модела* почиње од дескрипције оригиналног система, гдје се формира радни (прегледни) модел. Наставља се са истраживањем система, укључујући истраживање временских промјенљивих (интервала), као и просторних разлика. Концептуализација се завршава конструисањем *каузалног (вјероватног) дијаграма* који указује вјероватноћу утицаја на промјенљиве у било ком смислу (увећање, умањење).

Друга етапа је *математички приказ модела*, када се конструише *векторски дијаграм*. Њиме је приказан систем веза међу подсистемима и другим компонентама система животне средине, помоћу стрелица (смјер улазног и излазног тока везе), априорних⁸¹ аналитичких односа и табличних зависности. Векторским дијаграмом се такође изражава међузависност чинилаца помоћу диференцијалне⁸² једначине. Њима се може исказати разнородна зависност и комбинација утицаја на ту међузависност и према разним факторима.

Трећа фаза/етапа је *анализа модела*. Она подразумева рачунско интегрисање једначина модела на рачунару, срањивање резултата са познатим вриједностима, утврђивање параметара⁸³ на чију је промјену модел најосјетљивији. На крају ове фазе даје се оцјена погодности модела за рјешавање остављеног задатка.

2. Логичко – математички модели

Осим математичких модела, као општији вид издвојени су *логичко – математички модели*, који се не заснивају само на математичким прорачунима већ и на логичким законитостима. Логичко – математичко моделовање за своје поступке, формирање и изучавање модела користи инструменте логике, математике и компјутерске технике. Ови модели се примјењују у емпиријским и егзактним истраживањима, за директно мјерљиво оцјењивање квалитета средине. Математички апарат обезбјеђује рачунско рјешавање задатака, операција и узајамних односа. Он омогућује да се ови модели могу изразити у виду знакова, формула и графичких исказа. Једно од најважнијих својстава је могућност издвајања логичке структуре истраживачког поступка и утврђивање квантитативних односа међу зависно и независно промјенљивих, које карактеришу везе и односе у оригиналној седини. Тиме је омогућена провјера квалитета логичких поставки и логичности поступка. Логичко – математички модели дијеле се на функционалне, структурне и информационе.

Функционални модели. Њихова основна улога је установљење функционалне зависности, која обједињује показатеље животне средине. То функционисање се детерминише експериментално, чиме се постиже потпуна егзактност односа у квиру модела. Да би се установио одређени функционални модел могу се примјењивати индуктивни⁸⁴ или дедуктивни⁸⁵ поступци. Индуктивни начин формирања функционалних метода се углавном заснива на емпиријским подацима о конкретној, оригиналној средини, које касније апроксимирамо (приближно утврђујемо) математичким зависно промјенљивим

⁸¹ Априоран – унапријед донијет, независан од искуства

⁸² Диференцијалан – који се односи на разлику, који успоставља разлику; **диференцијална једначина** - једначина која садржи један или више диференцијала или извода функције; **диференцијал** – *мат.* производ извода неке функције и промјене вриједности независне варијабле.

⁸³ Параметар – 1. величина о којој овиси облик или крива функције; 2. карактеристична величина у неком процесу (технолошком и др.); 3. уопштено: величина према којој се шта одмјерава, која представља мјерило.

⁸⁴ Индукција – *лог.* метод закључивања од појединачног ка општем, од случајног ка законитом;

⁸⁵ Дедукција – закључак добијен, изведен из општих судова; закључивање од општег ка појединачном

функцијама. При дедуктивном начину формирања модела, најприје се установљава одређена хипотеза за односе у оквиру одабране животне средине. Искоришћавање статистичких поступака у функционалним моделима подразумева нормално распоређивање индивидуалних својстава и варијанти промјенљивих величина. Ови модели налазе примјену на бази сличности функција које су математички доказане. Нарочито велику примјену модели овог типа имају при изучавању процеса и механизма дјеловања у животној средини, као и код изучавања динамике развоја средине.

Структурни модели. Одражавају структуру конкретне животне средине. Структура по моделу може бити исказана хипотетички. Тада се успоставља хипотеза⁸⁶ о унутрашњој грађи и везама међу компонентама хипотетичке структуре те средине. Модели овог типа могу да буду коришћени за приказивање структуре средине, коју смо установили нашим директним или индиректним истраживањем. Тада они имају и информативну функцију. У овим моделима се могу структурно разлучити (одијелити) посматране и мјерљиве промјенљиве вриједности структуре од неизлучиваних и немјерљивих.

Информациони модели. Њихова основна улога је да информишу о истраживањима у самој животној средини. По том својству они могу бити наставак одређеног експеримента или крај истраживања. У том случају и они сами су информација или систем информација. Велика предност ових модела је што омогућују провјеру кодираних⁸⁷ и прекодираних саопштења, њихових веза и зависности. То дозвољава увођење у модел количинске и садржајне стране саопштења, чиме се успоставља веза између логичног и описаног стања животне средине. Моделом могу бити исказане и квалитативне везе и квантитативни односи. За некувалитативно изражавање се користе достигнућа математичке логике, теорије скупова, теорије вјероватноће и др. Уз помоћ информационих модела упознајемо структуру мреже информационих система, која даље карактерише унутрашњу организацију животне средине и хијерархичност⁸⁸ различитих нивоа те организационе структуре.

Кибернетички модели. Њихова улога је да изучавају усмјеравање развоја система животне средине, који су веома сложени и у којима је потребна примјена компликованих математичких операција. У овим моделима се комбинује структурно и информационо моделовање. Помоћу њих се може веома добро исказати и изучавати хијерархичност веома сложених система, првенствено са односом система нижег ранга (подсистема), а потом и осталих компоненти које квалитативно одређују и саму животну средину. Они омогућују издвајање и изоловање дијелова система (подсистема који су за истраживаче посебно интересантни), компоненти и елемената, под условом да се они одликују стварном аутомношћу, која се може констатовати неком математичком или логичком

⁸⁶ Хипотеза – претпоставка (нагађање домишљање) на темељу чињеница; хипотетичан – могућ, услован, претпостављен, недоказан

⁸⁷ Код – 1. систем договорених знакова за успостављање комуникације; 2. шифра; 3. рач. програмска наредба

⁸⁸ Хијерархија – 1. степенаста подијељеност овлашћења, чиновна, старјешинства; 2. подијељеност по функцијама (систем надређености и подијељености) у установама и разним организацијама;

функцијом. Кибернетички⁸⁹ модели су, прије свега, модели сложених система. Који тип модела ће бити примијењен зависи од тога шта желимо да истражујемо.

КРАЈ ПРВОГ ДИЈЕЛА

⁸⁹ Кибернетика – наука о законитости тока информација и управљачким дјеловањима у машинама, живим организмима и њиховим заједницама.