

ŞAHİN ƏHMƏDOV
ŞƏKƏR MƏMMƏDOVA

EKOLOJİ
MONİTORİNG

BAKI-2012

Ş.Ə.ƏHMƏDOV, Ş.İ.MƏMMƏDOVA

EKOLOJİ MONİTORİNQ

**BDU –nin Ekologiya və torpaqşünaslıq
fakültəsinin 03 iyul 2012 -ci il 7 saylı
protokolu**

BAKI – 2012

Elmi redaktor :

akademik A.Ş.Mehdiyev

Rəyçilər:

c.e.d.,prof. T.M.Tatarayev
t.e.d. A.N. Bədəlova

Ş.Ə.Əhmədov, Ş.İ.Məmmədova. Ekoloji monitorinq.

Ali məktəblər üçün dərs vəsaiti.Bakı, 2012, 120 s.

Dərs vəsaitində atmosfer havasının, su ehtiyatlarının, torpağın, biotik komponentlərin müşahidə edilməsi, qiymətləndirilməsi və vəziyyətlərinə nəzarətin metodik əsasları şərh edilmişdir. Ətraf mühitin müşahidə edilməsi, nəzarəti və vəziyyətinin tənzim edilməsinin yerinə yetirilməsi üzrə tövsiyələr verilmişdir.

Dərs vəsaiti “Ətraf mühitin mühəndis mühafizəsi”, “Ətraf mühitin mühafizəsi” ixtisası üzrə “Ətraf mühitin nəzarətinin metod və cihazları və ekoloji monitorinq”, “Bioloji monitorinq” fənnlərini öyrənən tələbələr üçün nəzərdə tutulmuşdur. Dərs vəsaitindən həmçinin ekologiya, təbii ehtiyatlardan səmərəli istifadə və ətraf mühitin mühafizəsi ilə əlaqədar fənnləri öyrənən bütün dag-geoloji profilli tələbələr də istifadə edə bilirlər.

MÜNDƏRİCAT

Giriş.....	4
1. Ekoloji monitorinqin əsasları.....	5
1.1. Ekoloji monitorinq anlayışı.....	5
1.2. Ekoloji monitorinqin prioritet istiqamətləri.....	13
1.3. Ekoloji monitorinqin texniki və texnoloji məsələləri.....	14
1.4. İnformasiyanın alınmasının və emalının texniki vasitələri.....	19
1.5. Ekoloji monitorinq strukturunda idarə etmə.....	23
2. Ətraf mühitin əsas komponentlərinin ekoloji monitorinqi.....	26
2.1. Atmosferin monitorinqi.....	26
2.2. Hidrosferin monitorinqi.....	38
2.3. Qurunun və geoloji mühitin monitorinqi.....	47
3. Geofiziki monitorinq.....	51
3.1. Geofiziki monitorinqin metod və vasitələri.....	51
3.2. Atmosfer havasının vəziyyətinin müşahidə və nəzarəti.....	60
3.3. Su hövzəsinin vəziyyətinin müşahidə və nəzarəti.....	65
3.4. Torpaq örtüyünün vəziyyətinin müşahidə və nəzarəti.....	75
4. Bioloji monitorinq	85
4.1. Bioloji monitorinq haqqında ümumi təsəvvürlər.....	85
4.2. Müxtəlif dərəcəli bioloji sistemlərin bioloji indikator xarakteristikaları.....	92
4.3. Qrup və ekoloji sistemlərin təsnifat və ordinasiya tədqiqat metodları.....	104
4.4. Yerüstü və su ekosistemlərinin bioloji indikasiya metodları.....	110
Ədəbiyyat.....	122

GİRİŞ

Sənayenin bütün sahələrinin, energetikanın, nəqliyyatın sürətli inkişafı, əhalinin sayının artması, insanın bütün fəaliyyət sahələrinin urbanizasiyası və kimyalaşdırılması biosferin, onun ayrı-ayrı komponentlərinin pozulmasına və çirklənməsinə səbəb olur. Bir sıra sənaye mərkəzlərində, mineral xammalın hasilatı və emalı, sənaye obyektlərinin inşası və istismarı rayonlarında yaranmış ekoloji vəziyyət çox vaxt böhrana yaxındır.

Qlobal ekoloji qəzanın dərk edilməsi bəşəriyyəti böhran vəziyyətdən çıxış yollarının axtarılmasını məcbur edir. Sivilizasiyanın ekoloji cəhətdən balanslaşdırılmış inkişafa keçməsinin zəruriliyi, insan sivilizasiyasına qarşı yönəlmiş təhlükələrlə bilavasitə əlaqədardır, bəşəriyyəti böhran vəziyyətdən çıxış yollarını axtarmağa məcbur edir. İnsanı əhatə edən təbii mühitin qlobal monitorinq ideyası 1972-ci ildə Stokholm konfransında irəli sürülmüş və BMT-nin Rio-de-Janeyro (1992) Konfransının materiallarında öz əksini tapmışdır.

Ekoloji monitorinqin əsas məsələsi insan fəaliyyətinin təsiri nəticəsində təbii mühitin dəyişikliklərinin öyrənilməsi, təbii mühidə baş vermiş dəyişikliklərin həm keyfiyyət, həm də kəmiyyət xarakteristikalarının alınmasıdır.

Tədris vəsaitində ekoloji monitorinqin ümumi problemləri ilə yanaşı, həm də mühüm əhəmiyyət kəsb edən təbii mühitin vəziyyəti, atmosfer havasına tullantıların atılması, səth sularına atılmalarının müşahidə edilməsi və nəzarətində praktiki vərdişlərin əldə edilməsi kimi xüsusi məsələlər nəzərdən keçirilir.

1. EKOLOJİ MONİTORİNQİN ƏSASLARI

1.1. Ekoloji monitoring anlayışı

“Monitoring” termini latın sözü “*monitor*” sözündən əmələ gəlib, müşahidə edən, xəbərdaredici (pəruslu gəmidə irəliyə baxan matros belə adlandırılırdı) deməkdir. İnsanı əhatə edən təbii mühitin qlobal monitoring ideyası və “monitorinq” termininin özü 1971-ci ildə BMT-nin ətraf mühit üzrə Stokholm konfransının keçirilməsinin (1972) hazırlığı ilə əlaqədar olaraq yaranmışdır. Belə bir sistemin işlənməsi üzrə ilk təkliflər ətraf mühitin problemləri üzrə Elmi komitə tərəfindən irəli sürülmüşdür (SKOPE).

1973-cü ildə professor R. Menn məsələnin qoyuluşu aspektində monitoring konsepsiyasını ifadə etmiş və bu monitoring üzrə birinci hökumətlərarası iclasda müzakirə edilmişdir (Nayrobi, 1979-cu ilin fevralı). R. Menn təklif etmişdir ki, ətraf təbii mühitin bir və ya daha çox elementinin əvvəlcədən müəyyən məqsədlərlə hazırlanmış proqram üzrə məkan və zamana görə təkrar surətdə aparılmış müşahidələr sistemi monitoring adlandırılınsın.

Hal-hazırda “ekoloji monitoring” termini dedikdə ətraf təbii mühitin vəziyyətinin müşahidə, nəzarət, qiymətləndirilmə sistemi, proqnozu və idarəedici məsələlərin həllinin hazırlığı və qəbulunun informasiya təminatı başa düşülür (şək. 1).

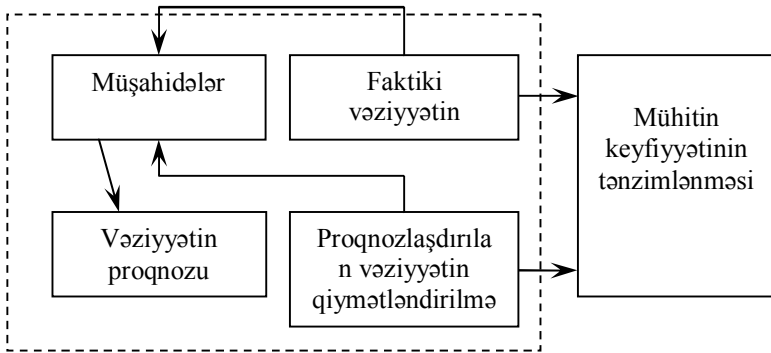
Ekoloji monitoringin məqsədi – təbiəti mühafizə fəaliyyətinin idarə edilməsinin və ekoloji təhlükəsizliyin informasiya təminatının təmin edilməsidir (şək. 2).

Qarşıya qoyulmuş məqsədə çatmaq üçün hökmən aşağıdakı suallara cavab vermək lazımdır:

- təbii mühitin əvvəlki texnogenez vəziyyətilə (nisbi və ya mütləq formada) müqayisədə nəzərdən keçirilən zaman

kəsiyində vəziyyəti necədir və proqnoz edilən zaman ərzində təbii mühitdə hansı dəyişikliklər (müsbət, mənfi) gözlənilir;

- baş vermiş dəyişikliklərin və gələcəkdə baş verə biləcək dəyişikliklərin *səbəbləri nədir* (o cümlədən arzu edilməz, məhv edici, böhran) və bu dəyişikliklərin mənbəyi nə olub, nədir və nə ola bilər (bir qayda olaraq zərərli texnogen təsirlər);



Şəkl. 1.1. Ekoloji monitorinqin blok-sxemi

- baxılan lokal təbii mühitə, verilmiş hal üçün işlənmiş “faydalılıq – zərərliklik” funksiyasının qiymətləndirilməsinin meyarı əsasında müəyyən edilmiş *hansı təsirlər* ziyanlıdır (arzu edilməz və ya icazə verilməz);

- texnogen təsirlərin *hansı səviyyəsi*, o cümlədən baxılan təbii mühitdə baş verən təbii və ya təbii-fəlakət prosesləri və təsirləri birlikdə, təbii mühit və onun ayrı-ayrı komponentləri və ya kompleksləri (senoz) üçün icazə verilir və ilkin adekvat ekoloji balans vəziyyətinin özünü bərpa etməsi üçün təbii mühitin hansı ehtiyatları mövcuddur;

- təbii mühitə, onların ayrı-ayrı komponentləri və ya komplekslərinə texnogen təsirlərin *hansı səviyyəsi* icazə verilməz və ya böhran hal sayılır ki, bundan sonra təbii mühitin

ekoloji balans səviyyəsinə kimi bərpa edilməsi mümkün deyildir.

Alınmış informasiyanın toplanması və emal edilməsi səviyyəsinə görə global, milli, regional və lokal monitorinqlər fərqləndirilir.

Global (biosfer) monitorinq beynəlxalq əməkdaşlıq əsasında yerinə yetirilir, Yer in müasir təbii sisteminin vəziyyətini qiymətləndirməyə imkan verir. Müşahidələri planetin müxtəlif regionlarında baza stansiyaları həyata keçirirlər (30 - 40 yerüstü və 10-dan artıq okean). Çox vaxt onlar bioloji qoruqlarda yerləşirlər.

Milli monitorinq dövlət sərhədləri daxilində xüsusi yaradılmış orqanlar tərəfindən yerinə yetirilir.

Regional monitorinq xalq təsərrüfatı tərəfindən intensiv şəkildə mənimsənilən və deməli, antropogen təsirə məruz qalmış iri rayon hüdudlarından informasiya daxil olan sistemin stansiyaları hesabına yerinə yetirilir.

Lokal monitorinqə şəhərin müxtəlif zonalarının, sənaye və kənd təsərrüfatı rayonlarının və ayrı-ayrı müəssisələrin hava mühitinin müşahidələri aid edilir.

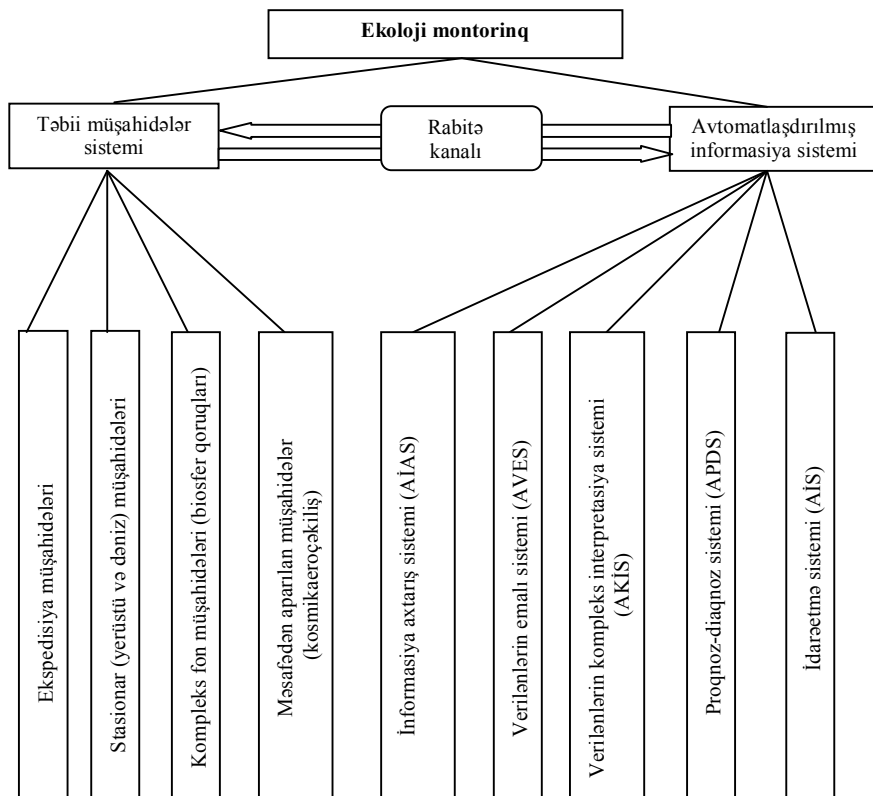
Lokal monitorinq stasionar, daşınan və ya məşəlləli məntəqələr vasitəsilə yerinə yetirilir. Belə sistem ölkənin əksər rayonlarında vardır.

Ekoloji monitorinqi müşahidə obyektlərinə görə *geofiziki* və *bioloji* monitorinqə bölmək olar.

Geofiziki monitorinq geofiziki mühitin (yerin müəyyən sahəsinin fiziki proses və xüsusiyyətlərinin məcmusu kimi) müşahidəsini, nəzarətini, vəziyyətin proqnozunu və dəyişikliklərin elementlərini özündə cəmləşdirir, yəni biosferin həm mikro, həm də makromiqyasda baş verən abiotik toplanmasının dəyişmələrini, həmçinin hava və iqlim kimi iri sistemlərin reaksiyalarını əhatə edir.

Bioloji monitorinqin əsas məsələləri biosferin biotik toplanmasının vəziyyətinin, onun antropogen təsirə

reaksiyasının, biosistemin təşkilinin müxtəlif səviyyələrində vəziyyət funksiyasının və bu funksiyanın normal təbii vəziyyətdən kənara çıxmasının müəyyən edilməsindən ibarətdir.



Şək. 1.2. Ekoloji monitorinqin sxemi.

Monitorinqin aparılma metodlarına görə onlar *bioindikasiya* (bioindikatorların köməkliliyi ilə), *kontakt cihaz* (yoxlama), *kontaktsiz məsafədən* (aviasiya, kosmik) növlərinə ayrılırlar.

Monitorinqin məqsədlərinə görə bunlar seçilir: elmi-tədqiqat, diaqnostik, fon, nəzarət, proqnoz və s.

Həmçinin, *təbii ehtiyatların vəziyyətinin və antropogen təsir amillərinin monitoringi* fərqləndirilir.

Ekoloji vəziyyətin stabiləşdirilməsi tədbirləri arasında *Ekoloji monitoringin vahid dövlət sisteminin* yaradılmasına xüsusi önəm verilir (EMVDS). Onun əsas məqsədi ölkənin müxtəlif regionlarında dövlət idarəçilik orqanlarının və təbiətdən istifadəçilərin ekoloji vəziyyət haqqında informasiya ilə təmin edilməsi, təbiəti mühafizə fəaliyyəti və ekoloji təhlükəsizlik sahəsində qərarların qəbul edilməsi prosedurunun informasiya dəstəyindən ibarətdir.

EMVDS ekoloji monitoring sahəsində vahid elmi-texniki siyasətin mərkəzi kimi təmin etməlidir:

- ətraf mühitin vəziyyətinin müşahidə proqramlarının işlənməsini və həyata keçirilməsinin koordinasiyasını;
- həqiqi məlumatların yığılmasının və emalının reqlamentləşdirilməsini və nəzarətini;
- informasiyanın saxlanması, xüsusi məlumatlar bankının yaradılmasını;
- ətraf mühit obyektlərinin, təbii ehtiyatların, ekosistemlərin cavab verməsi və antropogen təsir nəticəsində əhalinin sağlamlıq vəziyyətinin qiymətləndirilməsi və proqnozu üzrə fəaliyyəti;
- ekoloji informasiyanın geniş istehlakçı qrupu üçün açıq olmasını.

EMVDS strukturunda xüsusi yeri *ekoloji – analitik nəzarət* (EAN) – təbiətdən müxtəlif istifadəçilər tərəfindən təbii obyektlərin zərərli maddələr və digər texnogen çirkləndiricilər vasitəsilə çirklənmə mənbələrinin aşkar edilməsi və çirklənmə səviyyəsinin qiymətləndirilməsi üzrə tədbirlər sistemi tutur. EAN strukturuna aşağıdakı obyektlər daxildir:

- *hava* (atmosfer, təbii qoruqların, şəhər və sənaye zonalarının, işçi zonalarının);

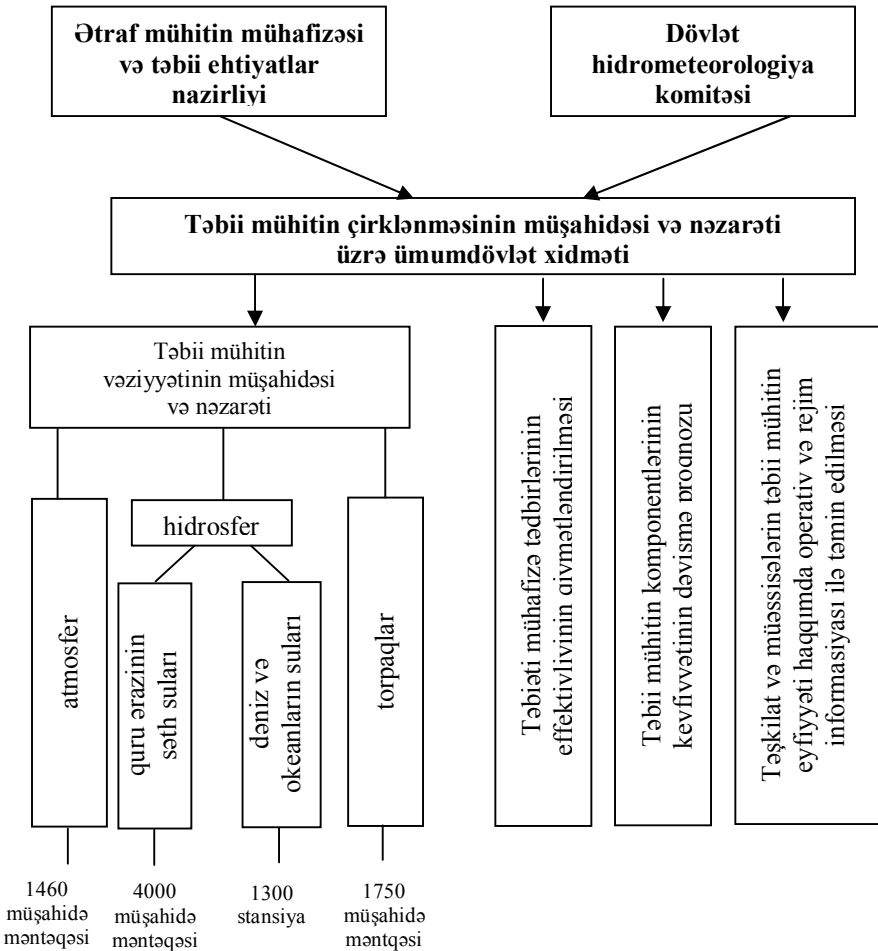
- *sular* (səthi, yeraltı, dəniz, qar suyu, axıntı, atmosfer yağıntıları);
- *torpaqlar* (çirklənmə aspektində);
- *biota* (müxtəlif dərəcəli biosistemlərin kimyəvi və radioaktiv çirklənməsi) (şək. 3, 4).

Nəzarət edilən parametrlərin təyin olunma üsuluna görə EAN-nın *növləri alət, alət-laboratoriya, indikator və hesablanmış* olurlar. Çirklənmə səviyyəsinin ölçülməsi və təhlili arbitraj və ekspress metodlarla yerinə yetirilir. Birincisi böyük dəqiqliklə uzun zaman müddəti üçün yerinə yetirilir. Ekspress-analiz təbii mühitin vəziyyətinin gündəlik qiymətləndirilməsi və çirklənmə mənbələrinin operativ nəzarəti üçün həyata keçirilir.

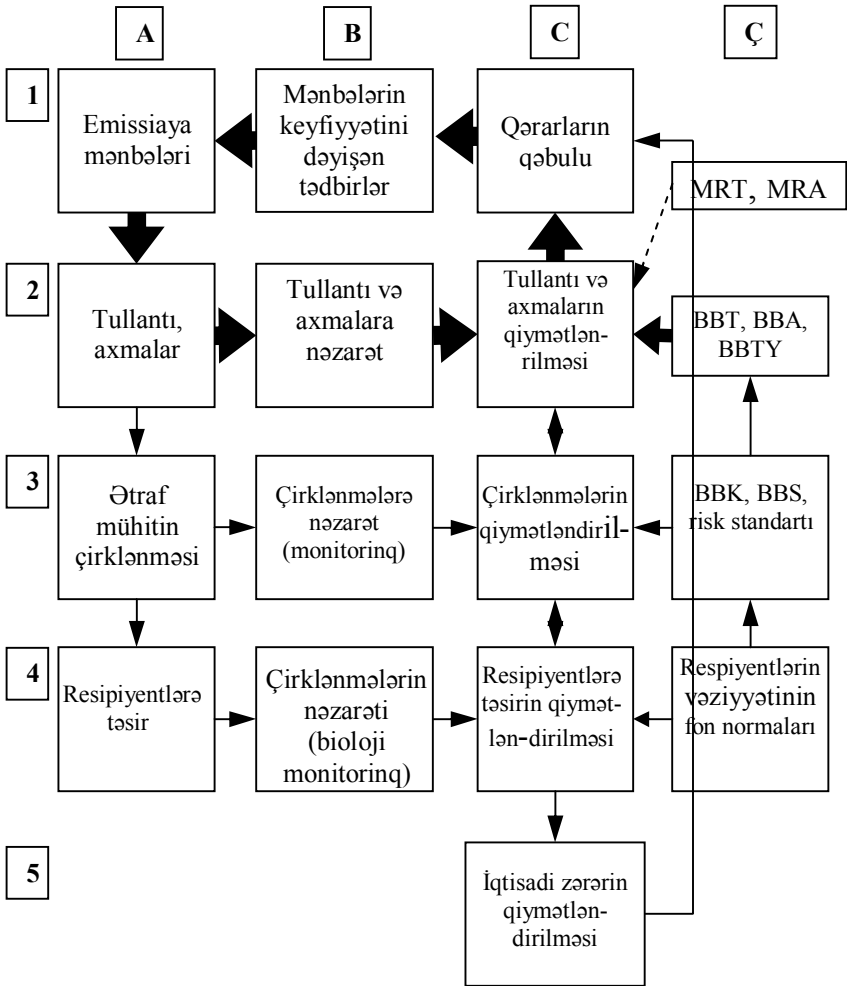
EAN sistemində stasionar nəzarət məntəqələri, səyyar laboratoriyalar, nəzarətin avtomatlaşdırılmış sistemləri və qurğuları, analitik laboratoriyalar (mərkəzlər) fəaliyyət göstərir. Belə ki, sənaye şəhərlərində atmosfer havasının çirklənməsinin nəzarəti üçün müşahidə məntəqəsinin üç növü nəzərdə tutulur: **stasionar, marşrut və səyyar (məşəlaltı)**. Stasionar məntəqə fasiləsiz surətdə çirkləndirici maddələrin konsentrasiyasının qeyd edilməsi və hava nümunələrinin müntəzəm surətdə götürülməsi və sonrakı təhlili üçün nəzərdə tutulmuşdur (ПООТ-1, ПООТ-2 tipli pavilyonlar). Marşrut məntəqəsi müəyyən edilmiş müşahidələr qrafikinə uyğun olaraq, rayonun qeyd edilmiş yerlərində hava nümunəsinin götürülməsi üçün istifadə edilir. Səyyar məntəqə tüstü (qaz) məşəlinin altında nümunələrin götürülməsi məqsədini daşıyır. Səyyar və məşəlaltı müşahidələr müvafiq cihazlarla təchiz edilmiş xüsusi nəqliyyat vasitələri ilə aparılır.

Səth sularının çirklənmə səviyyəsinin müşahidələri su hövzələrinin və axınlarının suyun keyfiyyətinə nəzarətinin stasionar məntəqələrində və müvəqqəti ekspedisiya məntəqələrində aparılır. Nümunələrin analizi hidrokimyəvi laboratoriyalarda yerinə yetirilir. Nümunələrin seçilməsi və

analizi arasındakı müddət bəzi hallarda bir neçə sutka təşkil edir ki, bu da su obyektlərinin analitik nəzarət zəncirinin ən zəif yeridir. Onun aradan qaldırılmasının yolu nəzarət obyektlərində avtomatlaşdırılmış nümunə seçiminin tətbiq edilməsi və daha sonra kompüterləşdirilmiş analitik komplekslər vasitəsilə stasionar laboratoriyalarda suyun keyfiyyətinin analizindən ibarətdir.



Şəkl. 1.3. VEMDS-in strukturu və funksiyaları.



Şək. 1.4. Ətraf mühitin çirklənməsinin nəzarətinin ümumi sxemi. 1-5 təsir və cavab vermə mərhələləri; A- proseslər səviyyəsi; B-nəzarət və korreksiya səviyyəsi; C- qiymətləndirmə və qərar qəbulu səviyyəsi; Ç- normativlər səviyyəsi. Praktiki tənzimləmənin səviyyəsi tünd oxlarla göstərilmişdir.

Şək. 4-də qəbul edilmiş ixtisarlar:

MRT – müvəqqəti razılaşdırılmış tullantı;

MRA – müvəqqəti razılaşdırılmış axıntı;

BBT – buraxıla bilən tulları;
BBA – buraxıla bilən axıntı;
BBTY – buraxıla bilən texnogen yüklənmə;
BBK – buraxıla bilən konsentrasiya;
BBS – buraxıla bilən səviyyə.

1.2. Ekoloji monitorinqin prioritet istiqamətləri

Təbii mühitə təsirin amilləri və mənbələrinin tədqiqində monitorinq obyektlərinə görə bir sıra prioritetlər müəyyən edilmişdir (cədv. 3).

Prioritetlərin müəyyən edilməsi çirkləndiricilərin xüsusiyyətlərinə və müşahidələrin təşkili imkanlarına əsaslanır və aşağıdakı meyarlar üzrə aparılır:

- insanın sağlamlığı və rifahına, iqlimə və ya ekoloji sistemə göstərilən faktiki və ya mümkün effektin ölçüsü;
- ətraf təbii mühitdə tənəzzüllüyə, insan və qida dövrlərində toplanmaya meylik;
- fiziki və bioloji sistemlərdə kimyəvi transformasiya imkanları, hansı ki, nəticədə ikinci (törəmə) maddələr daha zəhərli və ya zərərli ola bilər;
- çirkləndirici maddələrin hərəkətliyi, çevikliyi;
- ətraf mühitdə və (və ya) insanda konsentrasiyanın faktiki və ya mümkün tendensiyaları;
- təsirin tezliyi və (və ya) qiyməti;
- ölçmələrin mümkünlüyü;
- ətraf mühitin vəziyyətinin qiymətləndirilməsi meyarı

Cədvəl 1.1

Monitorinqin prioritet istiqamətləri

Monitorinq obyektı	Yüksək prioritet
1. Ərazi	Şəhərlər Su hövzələri, içməli su təchizatı obyektləri Balıqların kürüləmə yeri
2. Mühit (ekoloji sistemin komponenti)	Atmosfer havası Şirin su hövzələri
3. Çırkənləmə inqrediyentləri: <i>hava üçün</i> <i>su üçün</i>	Toz, kükürd iki oksidi, ağır metallar (civə), azot oksidləri, azot oksidləri, karbon oksidləri, benz(a)piren, pestisidlər Biogen məhsullar, neft məhsulları, fenollar
4. Çırkənləmə mənbələri (şəhərlərdə)	Avtomobil nəqliyyatı, istilik elektrik stansiyaları, əlvan metallurgiya müəssisələri

- qlobal və ya subregional proqramlarda bərabər paylanmış dəyişikliklərin ümumilikdə yayılması nöqtəy-nəzərdən yararlılığı.

Sadalanmış meyarlar üzrə çirkəndirici maddələrin qiymətləndirilməsi mühit və ölçmə proqramının növü göstərilməklə siniflərə bölünürlər (cədv. 4).

Ekoloji monitorinqin digər prioritet istiqaməti fon (baza) monitorinqidir ki, onu biosfer qoruqlarında həyata keçirirlər. Stansiyalar şəbəkəsi Yerdəki bütün bioloji monitorinqin hər bir növünü əhatə etməlidir. Tələb edilən stansiyaların ümumi sayı 20-40-a kimi dəyərləndirilir. Vacib və istənilən meyarlara əsasən (cədv. 5) elə qoruqlar seçilir ki, onlardan potensial surətdə qlobal fon monitorinqinin keçirilməsi üçün istifadə edilə bilər.

Qlobal fon monitoring stansiyalarında müşahidələr kompleks xarakter daşıyır və vahid proqram üzrə yerinə yetirmək mümkün olsun (cə. 6).

1.3. Ekoloji monitoringin texniki və texnoloji məsələləri

Hal-hazırda xaricdə xüsusi və universal nəzarət-ölçmə və analitik texniki, nümunəvi vasitələrin, analizin aparılması texnologiyaları, nəzarət, qiymətləndirmə, informasiyanın emalının böyük parkı yaradılmışdır. Bu planda ekoloji monitoringin texniki-texnoloji təminat məsələsi, müşahidə və nəzarət üçün ekoloji monitoringin normativ bazası əsasında

Cədvəl 1.2

Prioritetlik siniflərinə görə çirkləndirici maddələrin prioritetlik təsnifatı

Prioritetlik sinfi	Çirkləndirici maddə	Mühit	Ölçmə proqramlarının növü
1	Kükürd iki oksidi + asılmış hissəciklər	Hava	İ, R, Q
	Radionuklidlər (90Sr + 137Cs)	Qida	İ, R
2	Ozon	Hava	İ, Q (stratosferdə)
	DDT və digər xlor-üzvi birləşmələr	Biota, insan	İ, R
	Kadmium və onun birləşmələri	İnsan qidası, su	İ
3	Nitratlar, nitritlər	İçməli su, qida	İ
	Azot oksidləri	Hava	İ
4	Civə və onun birləşmələri	Qida, su	İ, R
	Qurğuşun	Hava, qida	İ
	Karbon iki oksidi	Hava	Q
5	Karbon oksidi (dəm qazı)	Hava	İ
	Neft karbohidratları	Dəniz suyu	R, Q
6	Fluoridlər	Təzə su	İ
7	Asbest	Hava	İ
	Arsen	İçməli su	İ
8	Mikrotoksinlər	Qida	İ, R
	Mikrobioloji çirklənmə	Qida	İ, R
	Reaktiv karbohidrogenlət	Hava	İ

Qeyd: Q- qlobal, R- regional, İ- impakt monitoring.

müxtəlif müəssisə və idarələr tərəfindən istehsal edilən kütləvi texniki vasitələrin optimal komplektinin seçilməsindən ibarət olur.

Ekoloji monitorinqin nəticələri ƏMM-nin (ətraf mühitin mühafizəsi) informasiya bazasını (məlumatlar bankı) təşkil edir ki, bu da EHM-lərindən informasiyanın toplanması, saxlanması, emalı və analizi üçün istifadə etməyə imkan verir. ƏMM-nin informasiya təminatı öz növbəsində, təbiəti mühafizə fəaliyyətinin idarə edilməsinin, ehtiyatların qorunma siyasətinin yerinə yetirilməsinin əsası sayılır. Monitorinqin informativliyi əhəmiyyətli dərəcədə texniki vasitələrin səviyyəsindən (xidmətin təchizat dərəcəsi) asılıdır, ona görə də cihazlar parkının komplektləşdirilməsində nəzarətin bütün normativlər kompleksi göstərici kimi götürülməlidir – həcmi, periodikliyi, tələb edilən dəqiqlik və həqiqiliyi, tam dəyərliyi. Tələb edilən informativlik təminatının vacib şərti EHM-dən və onun əsasında monitorinq vasitələrinin istifadə edilməsidir.

Ekoloji monitorinqin müəssisə xidməti ətraf mühitin çirklənməsinin bütün əsas parametrlərini nəzarət etmək üçün lazım olan bütün texniki vasitələrin tam komplektinə malik olmalıdır. Adətən havanın, suyun, torpağın çirkləndiricilərinin tərkibi kifayət qədər dəqiqliklə proqnoz edilir (azot oksidlər, karbohidrogenlər və s.), ona görə də ekoloji nəzarət məsələsi məlum çirkləndiricilərin konsentrasiyalarının miqdarca təyin edilməsindən ibarət olur. Bunun üçün ekoloji nəzarətin müəssisə xidmətlərini havanın, suyun, torpağın keyfiyyətinin analizi məqsədi ilə kompleks səyyar laboratoriyalarla təchiz etmək kifayətdir.

Ekoloji xidmətin təşkili, onun texniki təchizatı hər hansı bir müəyyən ərazinin, onun üzərindəki texnologez mənbələrinin nəzarətindən əvvəl mümkün çirklənmələrin tədqiqi və proqnoz edilməsindən ötrü elmi-tədqiqat işləri

aparılmalıdır (tərkibinə və həcmi konsentrasiyalarına görə). Tədqiqatların nəticələri nəzarət xidmətlərinin çirkləndiricilərin

Cədvəl 1.3

Fon monitorinqinin məqsədləri üçün biosfer qoruqlarının seçilmə meyarları

Vacib meyarlar	İstənilən meyarlar
1	2
1. Ölçüsü. Qoruğun sahəsi 2000 ha-dan az deyil. Belə sahə lokal təsirləri minimuma endirməyə və qoruğun “nüvəsi”-ni təsirlərdən qorumağa imkan verir.	1. Mənimənilməmiş ətraf sahələr. Bufer zonalarının mövcudluğunu təmin etməlidirlər. Bu meyar qismən qoruğun ölçüsü ilə şərtləndirilir, ona görə də o, vaciblərə deyil, istənilənlərə aid edilib.
2. Əlverişliyi. Sahə anlaq nöqtəyindən nəzərdən əlverişli olmalıdır, lakin ona daxil məhdud olmalıdır, məsələn, çoxlu sayda avtomobillərin daxil olması.	2. Keçmişdə pozuntuların olmaması. Ekosistemlərin təbii xarakteri təmin olunmalıdır. Beləki praktikada çoxlu sayda belə qoruqların tapılması çətin olduğundan, meyar kimi pozuntuların minimum olmasıdır.
3. Mühafizə. Qoruq daimi olaraq hüquqi cəhətdən mühafizə olunmalıdır.	3. Daimi ştat (6 nəfərdən çox). Ştat böyüdükcə, monitorinq məqsədləri üçün aparılan işlərin həcmi çoxalır.
4. Ştat. İşçilərin ştatı daimi olmalıdır. Bu aşağıdakı xidmətlərin mövcudluq imkanını artıracaq: mühafizə; elmi tədqiqat; əraziyə xidmət edilməsi; müşahidələrin aparılması zamanı texniki işlər.	4. Cari elmi iş. Üç növ iş nəzərdə tutulur: 1. Çirkləndirici maddələrin monitorinqi. 2. Fundamental ekoloji tədqiqatlar. 3. Mühitə təsirin tədqiqi.
5 Bitki. Qoruqdakı bitkinin növü təxmini olaraq yer kürəsinin əsas biocoğrafi növlərinə uyğun olmalıdır.	5. Verilənlərin mövcudluğu. Qoruq üzrə lazım olan verilənlər: meteoroloji, hidroloji, geofiziki, torpaq, geohidroloji, bioloji.

tərkibinin analizi və konsentrasiyasını təyin edən texniki vasitələrlə komplektləşdirilməsi üçün əsas sayılır.

Müfəttiş xidmətləri ekoloji nəzarətin müxtəlif metod və vasitələrini tətbiq edirlər. Onların hamısı informativlik, dəqiqlik və həqiqilik meyarlarına görə eynidirlər.

Cədvəl 1.4

Qurudakı fon stansiyalarında çirkləndirici maddələrin miqdarının müşahidə proqramı

Mühit	Çirkləndirici maddələr və göstəriciləri	Müşahidələrin tezliyi
Atmosfer (yer örtüyü səthindən 2 m yüksəklikdə)	Asılmış hissəciklər, atmosferin aerosol tutqunluğu, karbon oksidi (dəm qazı), karbon iki oksidi, azot oksidləri, kükürd iki oksidi, sulfatlar, 3-4-benz(a)piren, DDT və digər üzvi xlor birləşmələri, qurğuşun, civə, kadmium, arsen	Hər gün
Atmosfer yağıntıları, qar örtüyü	Qurğuşun, civə, kadmium, arsen, 3, 4-benz(a)piren, DDT və digər üzvi xlor birləşmələri, pH, ÜMT (ümumdünya meteoroloji təşkilatı) proqramı üzrə anion və kationlar	Yağıntılar: ongünlük, ay üzrə inteqral nümunələr Quru düşmələr: ay üzrə inteqral nümunə Qar örtüyü: qar örtüyünün enməsindən əvvəl onun bütün dərinliyi üzrə inteqral nümunə
Səthi, yeraltı sular, dib çöküntüləri və həll olmuş hissəciklər	Qurğuşun, civə, metilcivə, kadmium, arsen, 3, 4-benz(a)piren, DDT və digər üzvi xlor birləşmələri, biogen elementlər	Su və həll olmuş hissəciklər: xarakterik hidroloji periodlarda (sel, yayın ortasında, daşqınlar) Dib çöküntüləri: ildə bir dəfə
Torpaq	Qurğuşun, civə, kadmium, arsen, 3, 4-benz(a)piren, DDT və digər üzvi xlor birləşmələri, biogen elementlər	İldə bir dəfə
Bioloji obyektlər	Qurğuşun, civə, kadmium, arsen, 3, 4-benz(a)piren, DDT və digər üzvi xlor birləşmələri, biogen elementlər	Tezlik obyektin biologiyasından asılıdır.

1.4. İnformasiyanın alınmasının və emalının texniki vasitələri

Ekoloji monitoring sistemində yerüstü ölçmə şəbəkəsinin aparat vasitələrinin ümumi *strukturuna* aşağıdakılar daxildir:

1. *Monitoring şəbəkəsinin aşağı səviyyəsi üçün:*

- hava və su üzrə stasionar məntəqələr;
- atmosferin, suyun, torpağın, qarın vəziyyəti üzrə səyyar və stasionar laboratoriyalar;
- tullantı və atımların nəzarəti üzrə səyyar stansiyalar;
- müfəttiş xidmətləri;
- əhalidən məlumatların alınma xidmətləri.

Stasionar və səyyar stansiyaların və məntəqələrin sayı aparılmış tədqiqatlar nəticəsində, konkret təbii-texniki geosistemin (və ya təbii-ərazi kompleksinin) mövcud modelləri üzərində hesablamalar, həmçinin, ətraf mühitə müşahidələr zamanı əldə edilmiş təcrübə əsasında müəyyən edilir.

2. *Orta səviyyəli şəbəkə üçün:*

- aşağı şəbəkələrdə alınan, bir-birindən xüsusiyyətləri və həll edilən məsələlərin mürəkkəbliyi ilə fərqlənən informasiyanın toplanması və emalı mərkəzləri,.

3. *Yüksək səviyyəli şəbəkə üçün:*

- toplanma və emal mərkəzlərindən alınan informasiyanın istifadəçiləri.

Məlumatların bilavasitə istifadəçiləri ətraf mühitin mühafizəsi üzrə müfəttişlərdir.

Monitoring şəbəkəsinin əsas tərkib hissələrinə vericilər və analizatorlar, məlumatların yüklənmə qurğuları; məlumatların ötürülmə qurğuları və s.daxildir.

Yerüstü ölçmələrin iyerarxik qurulmuş şəbəkəsində informasiyanın emalının hesablanma vasitələri praktiki olaraq, şəbəkənin bütün səviyyələrində istifadə olunur. Stasionar və səyyar məntəqələrdə məlumatların yükləyicisi nəinki analizatorların işini idarə edir, həmçinin toplanmış

məlumatların ilkin emalını da yerinə yetirir. Lokal və mərkəzi hesablama mərkəzlərində modellər üzrə əsas və köməkçi inqrediyentlərə görə mühitin çirklənmə səviyyəsi hesablanır, izoxəttlər xəritəsi qurulur, proqnozlar hesablanır, ehtimal edilən çirklənmə mənbələri tapılır və s.

Çirklənmələrin *monitorinq şəbəkəsinin hesablama mərkəzi* aşağıdakı funksiyaları yerinə yetirir:

- operativ, fırtına rejimində və iş qabiliyyətinin yoxlanması rejimində yerüstü ölçmələr şəbəkəsinin işininin idarə edilməsi;

- çirklənmə nəzarətinin stasionar məntəqələr və səyyar laboratoriyalarından informasiyanın toplanması;

- informasiyanın etibarlı saxlanması təmin edilməsi və icazə verilməyən daxil olmadan mühafizəsi ilə əlaqədar informasiyanın operativ və uzunmüddətli saxlanması məlumatlar bankının yaradılması,;

- proqnozların hesablanması, mühitin ekoloji vəziyyətinin inteqral qiymətləndirilməsi məqsədilə ümumi çirklənmə vəziyyətinin alınması üçün informasiyanın emalı və s.;

- planlı qaydada toplu cədvəl, kartoqrafik material və s. şəklində çirklənmələr haqqında informasiyanın hazırlanması və verilməsi;

- informasiyanın avtomatik rejimdə baş hesablama mərkəzinə ötürülməsi.

Ekoloji monitorinq stansiyalarından yerüstü ölçmə məlumatların ötürülmə şəbəkəsi aşağıdakı məsələləri həll edir:

- stasionar məntəqə və səyyar laboratoriyalardan ölçmə məlumatlarının müntəzəm surətdə ötürülməsi (10 dəqiqədə, 30 dəqiqədə, 1 saatda və s.-də bir dəfə);

- əhalidən gələn həyacanlı və qəza vəziyyətləri haqqında məlumatların ötürülməsi;

- rabitə kanalları vasitəsilə informasiyanın hesablama mərkəzindən istifadəçilərə ötürülməsi (icra hakimiyyətinə, əhaliyə və s.).

Stasionar məntəqə və səyyar laboratoriyalardan ötürülən məlumatlar həmcə böyük deyil (yüz baytlarla), lakin kifayət qədər tez-tez ötürülür. Məlumatların ötürülmə sürəti – saniyədə yüz bitdir. Ötürülən məlumatların etibarlığına qoyulan tələblər o qədər də sərt deyil, çünki atmosferdə və suda gedən proseslərin yayılma sürəti on dəqiqələr, saatlar təşkil edir.

Məlumatlar hesablama mərkəzindən istifadəçilərə sutkada 1-2 dəfə göndərilməlidir, onların həcmi kifayət qədər böyükdür (vahid və on kilobaytlarla). Ona görə də məlumatların ötürülmə sürəti və məlumatların ötürülməsinin etibarlıq tələbləri kifayət qədər yüksəkdir.

Kompleks ekoloji monitoring sisteminin *informasiya təminatı* aşağıdakılara malik olmalıdır:

- informasiya axınlarının nizamlı strukturu (giriş, daxili, çıxış);
- informasiya məlumatlar bazasının məxsusi infrastrukturunu;
- stasionar və səyyar məntəqələrdən məlumatların toplanma metodikası;
- lidarlar da daxil olmaqla müxtəlif səviyyəli məntəqələrdən alınmış məlumatların ötürülmə metodikası;
- ətraf mühitin vəziyyətinin məlumatlarının emalı və inteqral göstəricilərin hesablanma metodikası;
- tullantı mənbələrinin müəyyən edilməsi metodikası;
- istifadəçi təşkilatlar şəbəkəsinin və istismar xidmətlərinin strukturu.

Kompleks ekoloji monitoring şəbəkəsinin *proqram təminatına* daxildir (şəkl.):

- inkişaf etmiş əməliyyat sistemləri;
- standart məlumatlar bazası;
- kartoqrafik və qrafikqurma təminatı;

- məlumatların toplanmasının idarə edilməsi üçün monitorlar.

Müəyyən bir istehlakçının tətbiqi sistemlər tərəfindən istifadə etdiyi yığılıb saxlanmış əməliyyat məlumatlarının məcmusu *məlumatlar bazası* adlanır. Məlumatlar bazasının layihələndirilməsində və ya strukturunun seçilməsinin əsasını məlumatların təqdimat modeli təşkil edir.

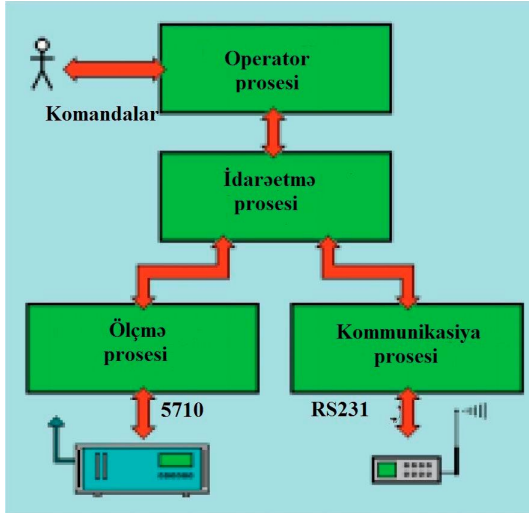
Məlumatlar bazasının təşkili üsuluna görə relyasiya, iyerarxik və şəbəkə məlumatlar bazası fərqləndirilir.

Relyasiya məlumatlar bazası məlumatların relyasiya modeli əsasında nəzəri-çoxluq münasibətləri riyazi anlayışından istifadə edilməklə qurulur. Bu zaman məlumatlar bazası cədvəllərin toplusu şəklində təqdim edilir.

İyerarxik məlumatlar bazası məlumatları sadə səcərə strukturuna malik olan iyerarxik model əsasında qurulur. Bu zaman məlumatlar bazası səcərələrin məcmusu şəklində təqdim edilir.

Məlumatların şəbəkə bazası istiqamətlənmiş qraf strukturuna malik olan məlumatların şəbəkə modeli əsasında qurulur. Məlumatlar bazası istiqamətlənmiş şəbəkə ilə təqdim edilir.

Konkret məlumatlar bazasının seçimi, yerinə yetirilən məsələlərin xarakterindən asılıdır. Yerüstü ölçmələr şəbəkəsinin ümumi strukturuna müvafiq olaraq, aşağıdakı əsas məlumatlar bazası yaradılmalıdır: hava üzrə, tullantı və atımlar üzrə, su obyektləri üzrə, kartoqrafiya və s. Onların əksəriyyətini relyasion kimi qurmaq məqsədəuyğundur. Eyni zamanda qeyd edək ki, kartoqrafik sistemlər üçün iyerarxik növ məlumatlar bazasından istifadə edilə bilər.



Şək. 1.5. Monitoring stansiyasının proqram təminatının işləmə sxemi.

1.5. Ekoloji monitoring strukturunda idarə etmə

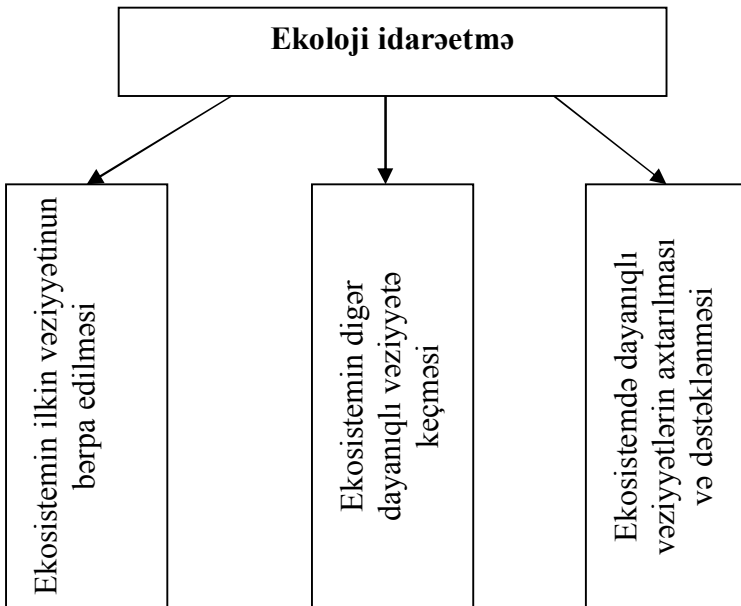
Müasir ekoloji proseslərin mahiyyətinin öyrənilməsi, təbii və təbii-texnogen tarazlığın tənzimlənmə cəhdləri, müxtəlif miqyaslı sistemlərin elmi əsasda idarə edilməsindən kənar qala bilməz. Hal-hazırda ekoloji sistemlərə tətbiqdə idarə etmə sxemi onun məzmununun analizində ən mürəkkəblər sırasına keçir, insan cəmiyyəti ekoloji idarəetmə məsələlərini tam şəkildə həll etmək üçün imkanlara malik deyildir. Ekoloji idarəetmə dedikdə, dərk edilmiş təbii və texnogen xarakterli obyektiv ekoloji qanunauyğunluqlar əsasında insan cəmiyyətinin praktiki məqsədlərə müvafiq olaraq, ekosferin tənzimlənməsi üzrə şüurlu fəaliyyət nəzərdə tutulur.

Ekoloji idarəetmə, ekosistemin əvvəlki və cari göstəriciləri nəzərə almaqla məqsəd funksiyaları, təşkilat-texniki təbiəti mühafizə tədbirlərinin planlaşdırılması hesaba

alınmaqla model proqnoz parametrləri əsasında yerinə yetirilir (şək. 5).

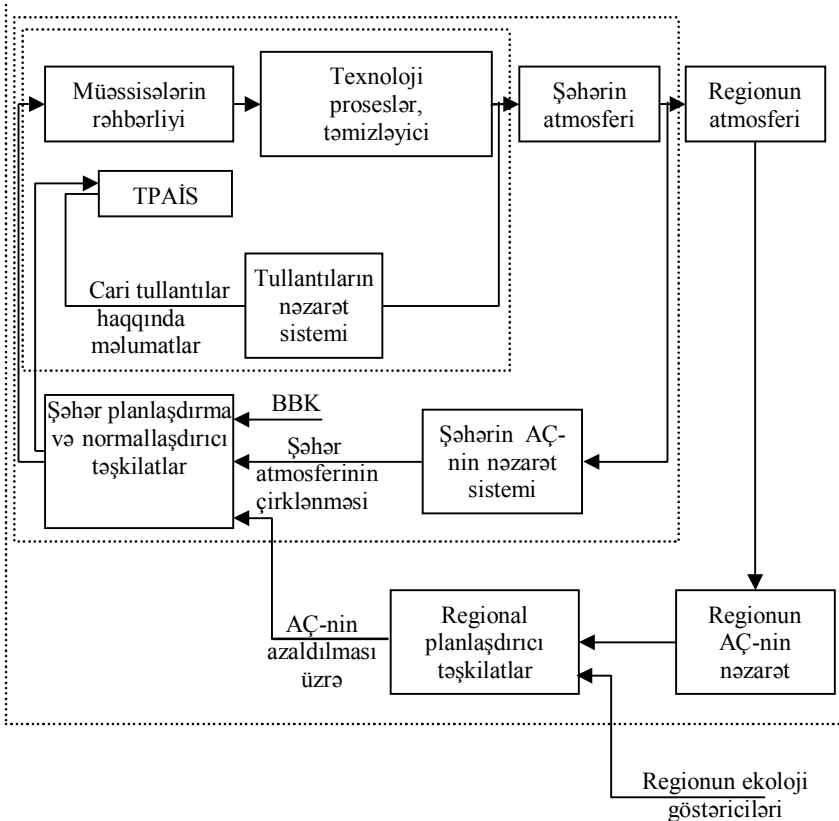
Ümumiyyətlə, ekoloji monitorinq sistemi eyni zamanda iki məsələni həll edir: dərk etmə və idarəetmə, özü də birincisinin ikinciyyə keçməsi ilə qarşıya qoyulur. Müşahidə və nəzarət məlumatları yeni biliklərin alınması üçün baza rolunu oynayır (şək.6) və obyektin idarə edilməsinin əsasını təşkil edir. Obyekt haqqında nə qədər az məlumat olsa, nəzarət obyektini və idarəetmə haqqında maksimal informasiyanın əldə edilməsi üçün verici bir o qədər mükəmməl olmalıdır.

Ən sərt təbiəti mühafizə normaları çərçivəsində təbii mühitin keyfiyyətinin effektiv surətdə tənzimlənməsi və keyfiyyətinin iqtisadi cəhətdən səmərəliyinin əldə edilməsi aşağıdakı məsələlərin həll edilməsi ilə mümkündür:



Şək.1.6. Ekoloji idarəetmənin məsələləri.

- təbii mühitin hansı keyfiyyətləri kompleks və vahid göstəricilər şəklində “normal” və “yüksək” kimi qəbul ediləcək;
- ekoloji və iqtisadi nöqteyi nəzərdən təbiəti mühafizə fəaliyyətinin bərpəedici fəaliyyətində ətraf mühitin hansı keyfiyyət səviyyəsinə çatmaq üçün səy göstərmək lazımdır;
- bundan əvvəlki sualın cavabında, bu və ya digər halda hansı meyarları rəhbər tutmaq lazımdır;



Şəkl.1.7. Regionun təbii mühitin vəziyyətinin tənzimləmə sisteminin strukturu.

- zərərli texnogen təsirlərin azaldılması, aşağı salınması və ya tam kompensasiyası, ekoloji ziyanların aşağı salınması və ya tam aradan qaldırılması, təbii mühitin keyfiyyətinin yeni daha yüksək səviyyəsinin əldə edilməsi üçün hansı tədbirlər görülməsi tələb edilir;

- uzunmüddətli zaman intervalllarında təbiəti mühafizə, bərpaedici və ya kompensasiya hərəkətlərinin effektivliyi və faydalılığı nə dərəcədədir (uzunmüddətli ekoloji proqnoz);

- iqtisadi və ekoloji maraqların toqquşduğu zaman görülən tədbirlərin prioritetliyini necə müəyyən etməli.

2. Ətraf mühitin əsas komponentlərinin ekoloji monitorinq metodları.

2.1. Atmosferin monitorinqi.

Atmosferin öyrənilməsinin ilk cəhdləri M.V.Lomonosov tərəfindən edilmişdir. Rusiyada ilk hava xidməti 1872-ci ildə meydana gəlmişdir. Çoxlu sayda eksperimentlərlə atmosfer çirklənməsilə meteoroloji parametrlər arasındakı əlaqə təsdiqlənmişdir.

Meteorologiya – yer atmosferi, onun quruluşu, xüsusiyyətləri və onda baş verən proseslər haqqında elmdir. Atmosferin xüsusiyyətlərinə və onda baş verən proseslərə səth örtüyünün (quru və dəniz) xüsusiyyətləri və onun təsiri ilə əlaqədar baxılır. Meteorologiyanın əsas vəzifəsi havanın müxtəlif müddətlərə proqnozlaşdırılmasıdır.

Meteoroloji stansiya – atmosferin vəziyyətinin müntəzəm müşahidəsinin əsas komponentidir. Aşağıdakıları yerinə yetirir:

- havanın temperaturunun, vəziyyətinin və rütubətinin ölçülməsi;
- küləyin sürət və istiqaməti;
- buludluğa, yağıntılardan səviyyəsinə, görünməyə, günəş radiasiyasına nəzarət.

Yerüstü və gəmilərdə, açıq dənizdə buylarda yerləşdirilən dreyfedici stansiyalar fərqləndirilir.

Məlumatların alınmasının **yerüstü altsistemi** 65 hidrometeoroloji və ətraf mühitin monitorinqi üzrə mərkəzdən, 21 hidrometeoroloji mərkəzdən, 21 hidrometeoroloji rəsədxanadan, 16 hidrometeorobürodan, 18 aviameteoroloji mərkəzdən, 343 aviameteorostansiyadan, 22 ətraf mühitin çirklənməsinin monitorinq mərkəzindən, 1606

hidrometeoroloji stansiyalardan, ÇMM (çirklənmənin müşahidə məntəqəsi) də daxil olmaqla 4142 məntəqədən, 140 aeroloji stansiyadan, Antarktidada işləyən 5 stansiyadan, 17 ionosfer-maqrnit və 30 ozonometrik stansiyadan ibarətdir. 1450 stansiya və məntəqədə radiometrik ölçmələr aparılır. Atmosfer havasının çirklənməsi 299 şəhərdə 687 stansiyada təyin edilir.

Meteorostnsiyaların təhcizəti.

Termomet. Havanın temperaturunu ölçmək üçün daha çox cəvə və spirtli termometrlərdən istifadə də olunur. Torpağın temperaturunu ölçmək üçün isə elektrotermometrlər mövcuddur. (məsələn, Savinov termometri – 20 sm dərinliyə kimi).

Aktinometr – günəş radiasiyasının intensivliyini ölçülməsi.

Anemometr – küləyin və qaz axınının sürət və istiqamətinin ölçülməsi. Küləyin sürətinin ölçülməsi üçün ən sadə cihaz **flügerdir**. Daha dəqiq nəticələr əldə etmək üçün müxtəlif növ anemoqraflardan, anerorumbometrlərdən, anemorumboqraflardan istifadə olunur.

Barometr – atmosfer təzyiqinin ölçülməsi. Cəvəli barometr, barometr aneroid. **Baroqraf**.

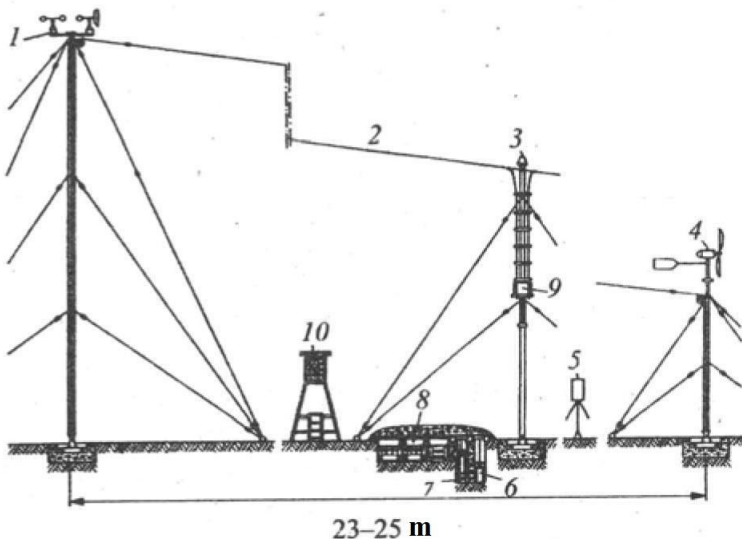
Hüqrometr – havanın mütləq və ya nisbi rütubətinin ölçülməsi. Bu cihaz rütubətin dəyişməsi ilə insan tükünün uzunluğunun dəyişməsinə əsaslanır. **Psixrometr** – nəm və quru termometrlərin temperaturunun müqayisəsi. Əgər cihaz fiksədedici şkala ilə təhciz edilmişsə, onda o **hüqroqraf** adlanır.

Yağıntıölçən – maye və bərk yağıntıların səviyyəsini ölçmək üçün cihaz.

Meteoqraf – temperaturu,təzyiqi və rütubəti kompleks ölçmək üçün cihaz.

Avtomatik meteoroloji stansiyalar telemetrik qurğular şəklindədir. Meteoroloji məlumatların avtonom ölçülməsi və ötürülməsi üçün təyin olunmuşdur. Şək.2.1-də M-109 avtomatik meteoroloji stansiya göstərilmişdir. Belə stansiyalar

çətinliklə gedilə bilən və ya yaşayış olmayan rayonlarda (hündür dağlarda, arktik adalarda və s.) yerləşdirilir. Stansiya hər 3 saatdan bir ötürməklə, 10 meteokəmiyyəti ölçür. Fırtına haqqında məlumat hər 1 saatdan bir ötürülür.



Şək.2.1. M – 109 AMS yerləşdirilmə sxemi.

1 – külək ötürücüsü, 2 – antena, 3 - günəş parlaqlığının ötürücüsü, 4 – külək generatoru, 5 – yağıntı ölçən, 6 – avtomatika bloku, 7 – təzyiq ötürücüsü, 8 – akumlyator, 9 – radioötürücü, 10 – temperatur ötürücüsü.

Radiozond – atmosferin əsas parametrlərinin şar-zond vasitəsilə ölçülməsi və ölçü nəticələrinin telemetrik sistem vasitəsilə ötürülməsi. Uçuş hündürlüyü 30 – 40 km, təsir uzaqlığı 150 – 200 km -ə kimidir.

Raket zondlanması. Atmosferin yuxarı təbəqələrinin – 15-20 km –dən 80-120 km -ə kimi (stratosfer və mezosfer) zondlanması üçün istifadə olunur. Bu hündürlükdə ozonosferin çox hissəsi və ionosferin aşağı hissəsi və termosfer və ekzosferin daha hündür təbəqələri yerləşir.

Orta atmosferi öyrənmək üçün 80-100 km -ə kimi qaldırılan meteoroloji raketlərdən istifadə olunur. Onlar maye və bərk yanacaqda işləyirlər. Meteoroloji raketlərlə ölçülən əsas parametrlər bunlardır: təzyiq, temperatur, sıxlıq və havanın qaz tərkibi. Tədqiqat proqramından asılı olaraq, digər xarakteristikalar da ölçülə bilər.

Yuxarı atmosferi öyrənmək üçün 100-150 km -dən yuxarı qaldırılan güclü geofiziki raketlərdən istifadə edilir. Bu raketlərin köməyi ilə günəş və kosmik şüalanmanın intensivliyi, havanın optik xüsusiyyətləri, onun termodinamik və elektrik xüsusiyyətləri, Yerin maqnit sahəsinin parametrləri ölçülür. Düzünə ölçmə metodlarına aid olan raket zondlanmasından əlavə, yuxarı atmosferi öyrənmək üçün radiolokasiya, meteolidar, İYT, optiki texnika və s. istifadə etməklə dolaylı metodlar da tətbiq edilir.

Raket zondlama sistemi, ölçü cihazları ilə təhciz olunmuş raketin özündən və yerüstü ölçü kompleksindən ibarətdir. Bu kompleks atmosfer parametrləri haqqında telemetrik informasiyanı qəbul etmək və uçuş vaxtı raketin koordinatlarını ölçmək üçün təyin olunan yerüstü radiotexniki vasitələr yığımından ibarətdir (şəkl. 2.2).

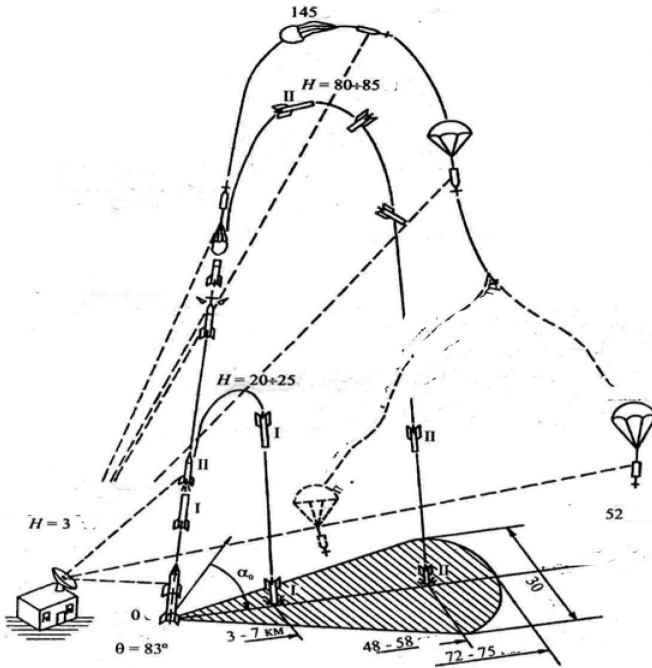
Cihaz konteynerinin yerə çatdırılması paraşütlə həyata keçirilir.

Exolokator – atmosferin səs dalğaları vasitəsilə zondlanması. Atmosfer sıxlığının irimiqyaslı dəyişmə zonalarını müəyyən edir.

Radiolokator, RLS – metrədən millimetrə qədər olan radio dalğalar vasitəsilə atmosferin zondlanması. Atmosferdə hərəkət edən təbii və süni mənşəli ixtiyarı obyektləri qeyd etməyə, onlara qədər olan məsafəni və sürəti təyin etməyə imkan verir.

s məsafəsinin təyini $s = \frac{1}{2} c \tau$, burada τ - şüalanma anından əks olunan siqnalın qəbul olunan anına qədər keçən vaxt; c - işığın sürəti.

Dopler effektinə əsasən obyektin sürətinin təyini:



Şək.2.2. M-100B meteoroloji raketin qalxma və uçuş trayektoriyasının sxemi.

$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{v}{c} \Rightarrow v = \frac{\Delta \lambda}{\lambda} \cdot c \quad (2.1)$$

λ - radiolokator şüalanmasının dalğa uzunluğu; $\Delta \lambda$ - hədəfdən əks olunandan sonra bu dalğa uzunluğunun dəyişməsi.

Meteoroloji RLS –də 3000 – 30000 mH (dalğa uzunluğu 10 – 1 sm) tezliklərdən istifadə olunur. Zondlayıcı impulsun davam etmə müddəti 0,5 – 4 mksan-dir. İmpulsun təkrarlanma 200 – 1000 H. Zondlayıcı şüanın istiqamətlənmə diaqramının bucağı vahidin hissələrindən $1,5^0$ -ə kimi təşkil edir. MeteoRLS-in təsir uzaqlığı 80-dən 150 km-ə kimidir.

MeteoRLS-in köməyi ilə buludların bütün forma və növləri ayırd edilir: Ci, Cc, Cs, As, Sc, Nc, St, Cu, Cb. Bulud sisteminin ayırd edilməsinin dəqiqliyi 80-90% -dir. Maye və bərk yağıntılarının intensivliyinə görə qradasiyaları belədir: zəif, mülayim, çox güclü. Temperaturun izoterm və inversiya təbəqələri ayırd edilir. Atmosferin zondlanması 30 km -ə kimi mümkündür.

Radiolokasiya üç üsulla həyata keçirilir: 1) obyektin şüalandırılması və ondan əks olunan şüanın qəbulu; 2) obyektin şüalandırılması və onun təkrar şüalandırdığı (retranslyasiya olunan) dalğaların qəbulu; 3) obyektin öz qərəfindən şüalandırdığı radiodalğaların qəbulu.

Lidar (Lidar – Lighthouse Detection and Ranging) atmosferin spektrin optik diapazonunda lazer zondlanmasını həyata keçirmək üçün cihaz.

Ümumi mənada lazer lidarda istiqamətlənmiş işıq şüalanmasının impuls mənbəyi kimi istifadə olunur. Radiodiapazondan fərqli olaraq, tezliyin işıq diapazonunda dalğa uzunluqlarının, xüsusilə də görünən və ultrabənövşəyi şüalar üçün kiçik olduğundan lokasiya signalının əksətdiriciləri atmosferin bütün molekullar və aerosol tərkib hissələridir.

Lidarın əsas aktiv elementi lazer şüalanma mənbəyidir. Lazer şüalanmasının bütün əsas energetik, zaman, məkan, spektral və polarizasiya xarakteristikaları bilavasitə lazer mənbəyinin özündə həyata keçirilir.

Atmosferin lazer zondlanmasının prinsipi ondan ibarətdir ki, lazer şüası yayılarkən havanın molekullar və qeyri-bircinsliyi, onda olan qarışıqların molekulları, aerosol hissəcikləri tərəfindən

səpələnir, müəyyən qədəri udulur və özünün fiziki parametrlərini (tezlik, impulsun forması və s.) dəyişir.

Atmosferin lazer zondlanması əsasən ultrabənövşəyi, görünən və mikrodalğa diapazonunda həyata keçirilir.

Optik lokasiya metodu. Exo- və radiolokasiya metoduna analojudur.

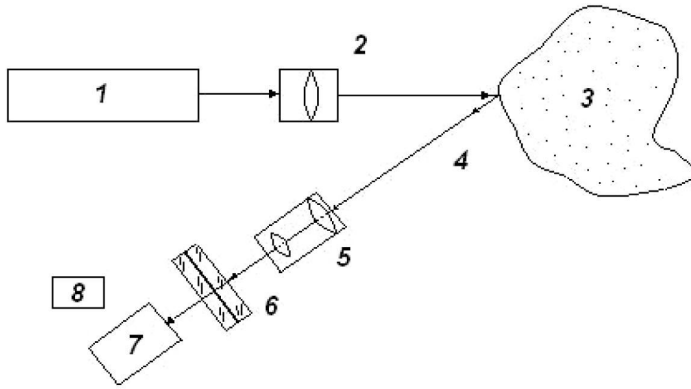
Lazer lokasiyasının ümumi sxemi şəkl.2.3 –də verilmişdir.

Lazer şüalanmasının dayaq mənbəyi **1**, **2** optik sistemindən keçməklə W_0 gücünə malik qısa $\Delta\tau$ impulsunu şüalandırır. **3** obyekt tərəfindən səpələnən şüanın bir hissəsi **4**, qəbuledici **5** teleskopuna düşür. Ondan sonra **6** interferensiya filtrindən keçərək, **7** fotoqəbulediciyə daxil olur. Sonra işə siqnal **8** blokunda emal olunur.

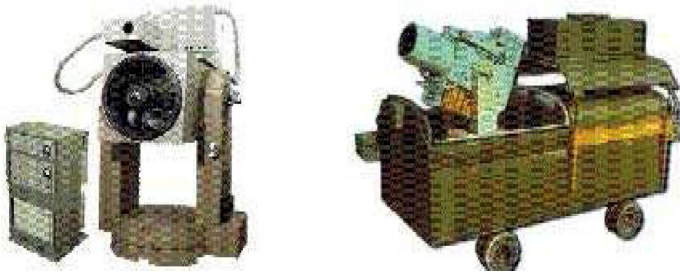
Ümumi halda tədqiq olunan obyekt tərəfindən səpələnən şüanın gücü W_s r məsafəsinin funksiyası olmaqla aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$W_s(r) = \sigma \cdot W_0 \cdot n(r) \cdot k(r) \cdot \frac{F \cdot \Delta r}{4\pi r^2} \quad (2.2)$$

burada σ - əks səpələnmənin en kəsiyi; $n(r)$ - r məsafəsinin funksiyası kimi səpələyici hissəciklərin konsentrasiyası; $k(r)$ - atmosferin buraxma əmsalı; F - optik sistemlərin effektivliyini və eksperimentin texniki parametrlərini nəzərə alan fiziki parametrlər; $\Delta r = c\Delta\tau / 2$ - zondlamanın dərinliyi.



Şək.2.3 Lidarın ümumi sxemi.



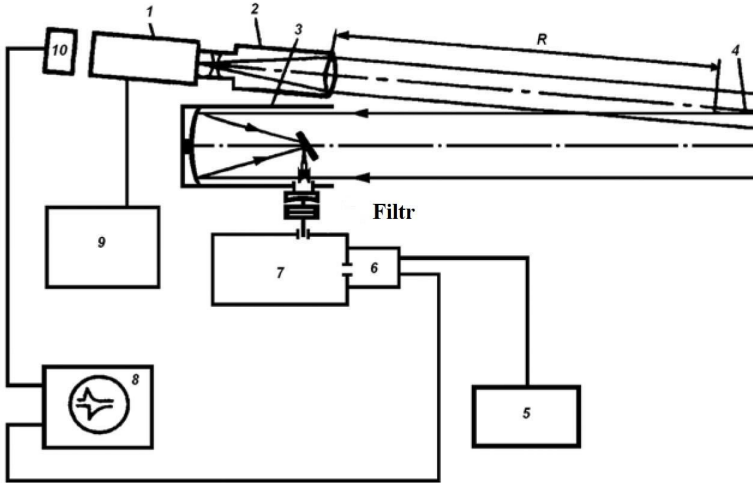
Şək.2.4 Çoxdalğalı MBI-60 lidarı. Atmosfer aerosolları və atmosferdə bulud törəmələrinin xarakteristikalarının məsafədən operativ analizi üçün hazırlanmışdır. 1064 (İQ), 532 (yaşıl), 355 (UB) nm dalğa uzunluqlarında işləyir.

Kombinaiyalı səpələnmə metodu. İşıq qaz molekulları tərəfindən səpələndikdə səpələnen şüa tezliyinin yerdəyişməsi baş verir. Qazın hər bir molekulu, ancaq ona xas olan tezliyin kombinasiyalı yerdəyişməsinə malikdir. Qaz molekullarından ibarət olan mühit, ancaq ona xas olan kombinasiyalı spektrə malikdir. Onun qeyd edilməsi, udma zolağının yerdəyişməsinin

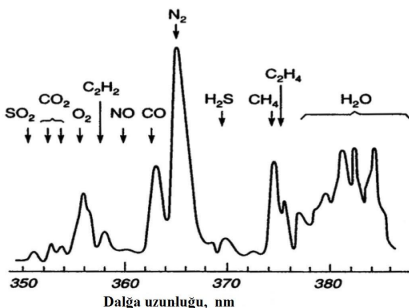
təhlili yolu ilə tədqiq olunan mühitdə qarışıqların olmasını təyin etməyə imkan verir.

Kombinasiyalı səpələnmə kiçik en kəsiyinə malik olduğuna görə bu metod kiçik məsafələrdə (bir-neçə on metr, məsələn, üstü borularından zərərli tullantılara nəzarət üçün) istifadə olunur.

Şək. 2.5 –də kombinasiyalı səpələnmə metodu ilə atmosferin tərkibinin məsafədən təhlili üçün qurğunun blok sxemi, şək. 2.6 –da isə lazer zondlama metodu ilə neftin yanma məhsullarında alınmış kombinasiyalı səpələnmə spektrləri göstərilmişdir.



Şək. 2.5 Kombinasiyalı səpələnmə metodu vasitəsilə



Şək. 2.6 Neftin yanma məhsulunun kombinasiyalı spektri.

Atmosfer havasının qaz tərkibinin nəzarəti.

Qaz- və buxar formalı qarışıqların analizi üçün hava nümunəsinin seçilməsi havanın xüsusi bərk və ya maye uducularla sorulması hesabına həyat keçirilir ki, bu uducularda qaz qarışığı ya kondensasiyaya və ya adsorbsiyaya uğrayır.

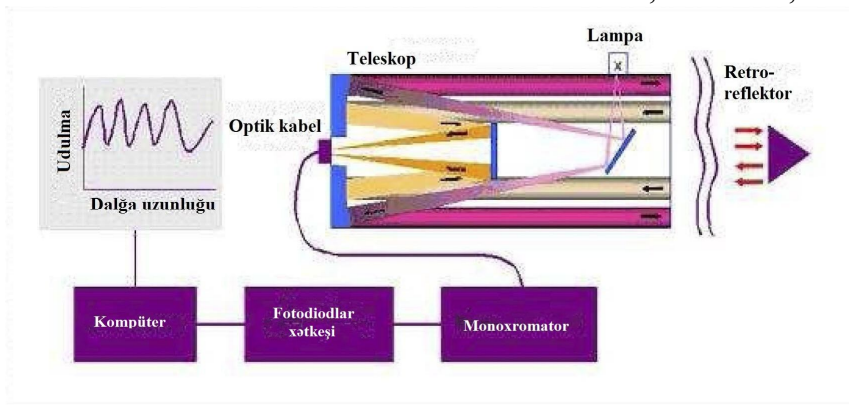
Son illər mikroqarışıqları konsentrləşdirmək üçün, həll olan hemosorbentlərdən, pərdəli polimer sorbentlərdən (polisorbolar, porapaklar, tenake və s.) istifadə olunur. Bu sorbentlər çirklənmiş havadan ən müxtəlif kimyəvi maddələri tutmağa imkan verir. Polimer sorbentlərin ən əsas üstünlüyü onların hidrofobluğu (havanın rütubəti tutucuda konsentrləşmir və analizə mane olmur) və uzun müddət ərzində nümunənin ilkin tərkibinin dəyişməz saxlanmasıdır.

Atmosfer havasının qaz- və buxar formalı qarışıqlarının konsentrasiyasının nəzarəti qazanalizatorların köməyiylə həyata keçirilir. Belə qazanalizatorlar ondakı zərərli qazların miqdarının ani və fasiləsiz nəzarətini həyata keçirməyə imkan verir.

Toksiki maddələrin ekspres-təyini üçün sadələşdirilmiş universal qazanalizatorlardan istifadə edilir (UQ-2, QX-2 və s.). Belə qazanalizatorlar analizin xətt-kolaristik metoduna

əsaslanmışdır. Bərk maddə (uducu) ilə doldurulmuş indikator borularından havanın sorulması zamanı indikator tozunun rənginin dəyişməsi baş verir. Rənglənmiş təbəqənin uzunluğu tədqiq olunan maddənin mq/l şkalası ilə ölçülən konsentrasiyasına mütənəsbdir. UQ-2 universal qaz analizatoru 16 müxtlif qaz və buxarın konsentrasiyasını təyin etməyə imkan verir. Ölçmələrin xətası $\pm 10\%$ -dir.

Konsentrasiyanın DOAC-4P cihazı ilə nəzarəti tamamilə avtomatlaşdırılmışdır (şək. 2.7). Hal-hazırda bu, dünyada baxılan qazanalizatorlardan ən dəqiqidir. DOAC-4P köməyi ilə real zamanda və böyük dəqiqliklə bir çox yüksək toksikli qazların, məsələn xlorun, civə buxarının, kükürd hidridlərinin, fluorhidrogenin konsentrasiyasını çox böyük dəqiqliklə ölçmək mümkündür. Bundan əlavə cihaz azot oksidlərinin, kükürdün,



Şək. 2.7. Konsentrasiyanın DOAC-4P cihazı ilə nəzarəti

karbohidrogenlərin, formaldeqidin, ozonun və atmosferi çirkləndirən bir çox digər qazların konsentrasiyasını da ölçə bilər.

Bu növ analizatorların köməyi ilə atmosferdə xeyli qaz təyin olunur: amiak, azot oksidi, azot-2 oksid, azot turşusu,

kükürd -2oksid, ozon, formaldeqid, benzol, toluol, fenol, etilbenzol, benzaldehyd və s.

2.2. Hidrosferin monitorinqi.

Hidrologiya – Yer hidrosferini, onun xüsusiyyətlərini, onda baş verən prosesləri öyrənən elm.

Hidrometriya – hidrologiyanın, təbii suların xarakteristikalarının təyini və nəzarətinin metod və cihazlarını işləyib hazırlayan bölməsi.

Hidrometeorologiya – planetin atmosfer və hidrosfer rejiminə aid olan prosesləri öyrənir.

Hidrometeoroloji stansiya – uyğun müşahidə məntəqələrində su mühitinin vəziyyəti və keyfiyyətinə müşahidə sistemini həyata keçirir:

- suyun səviyyəsi, suların dərinliyi;
- su axınlarının sürəti;
- suyun temperaturu;
- suyun rəngi və onun dəyişməsi;
- minerallaşma dərəcəsi;
- biokütlənin mövcudluğu və vəziyyəti.

Hal-hazırda yer kürəsində quruda 9 minə yaxın stansiya fəaliyyət göstərir. Bu stansiyalar havanın rütubəti, buludluq, düşən atmosfer yağıntılarının miqdarı üzrə müşahidələr aparır. Onlardan 350 –si avtomatlaşdırılıb və ya qismən avtomatlaşdırılıb. 700 -ə yaxın dəniz gəmiləri Dünya okeanı sularının müxtəlif parametrləri (temperatur, suların duzluğu və mineral tərkibi, axınların istiqaməti) üzrə müşahidə aparırlar. Bu məlumatlar kosmik təyyarələrdən aparılan müşahidələrlə (sütkada 10 min məlumata yaxın) tamamlanır. 300 -ə yaxın lövbərlənmiş buy və ya platformalardan, avtomatik dəniz stansiyaları kimi işləyən və 600 -ə yaxın okean axınları ilə hərəkət edən buylardan da məlumat verilir (şək.2.8).

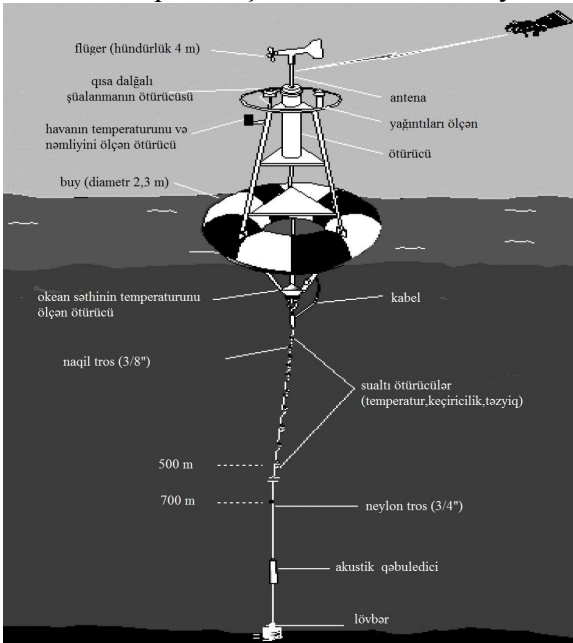
Quru sularının çirklənməsinin monitorinqi.

Stasionar müşahidə məntəqələri – hal-hazırda 60 minə yaxın su ölçən məntəqə və stansiyalar fəaliyyət göstərir.

İxtisaslaşdırılmış məntəqələr 1) çirklənmiş su obyektlərində; 2) elmi-tədqiqat məsələlərin həlli üçün zəif çirklənmiş rayonlarda (fon monitorinqi).

Müvəqqəti ekspedisiya məntəqələri. Müşahidə məntəqələri reprezentativ tələbatları təmin etməli və çayların məsrəfi, sututarlarda suyun səviyyəsi və digər hidroloji məlumatlara malik olmalıdır.

Çaylarda, göllərdə və su anbarlarındakı müşahidə məntəqələri, adətən çirkab suların tullanıldığı zonalarda yerləşdirilir. Məntəqələr seçilən zaman əsas obyektlər şəhərlərin



Şək.2.8. Daim lövbərlənmiş müasir dəniz buyu.

və məskunlaşmış iri məntəqələrin çirkab və leysan sularının tullandığı yerlərdir.

Hər bir məntəqədə azı iki-üç tədqiqat yeri seçilməlidir: biri çirklənmə mənbəyindən yuxarıda (verilmiş məntəqəyə nəzərən obyektin fon vəziyyətinin xarakteristikası üçün), birikisi isə çirklənmə mənbəyindən aşağıda.

Suyun mütləq şəkildə təyin olunan keyfiyyət göstəriciləri:

- suyun temperaturu;
- asılmış maddələr;
- pH ;
- həll olmuş oksigen;
- oksigenin biokimyəvi sərfi;
- iylər;
- əsas ionlar;
- biogen komponentlər;
- kimyəvi çirkləndiricilər: neft məhsulları, fenollar, pestisidlər, ağır metal birləşmələri;
- radionuklidlər.

Səth və yeraltı suların çirklənmə dərəcəsinin qiymətləndirilməsi müxtəlif kimyəvi, fiziki, bioloji göstəricilərə əsasən həyata keçirilir. $KÇG_{10}$ göstəricisi (maddənin $YVKH$ –ni 10 dəfə aşan kimyəvi çirklənmə göstəricisi) aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$KÇG_{10} = \sum_{i=1}^{10} \frac{C_i}{YVKH_i} \quad (2.3)$$

burada C_i - suda i -ci kimyəvi maddənin konsentrasiyası, $YVKH_i$ - balıq təsərrüfatı üçün müəyyən edilmişdir. Ekoloji böhran (EB) və ekoloji fəlakət (EF) zonaları üçün səth və yeraltı suların çirklənmə dərəcəsinin qiymətləndirilməsinin bəzi meyarları cədv. 2.1 və 2.2 –də verilmişdir.

Hidrobioloji indikatorlar

Vahid hidrobioloji göstərici olmadığından, suyun keyfiyyəti zoobentozun vəziyyətini əks etdirən xarakteristikalar yığımı ilə təyin olunur.

Okean və dəniz sularının çirklənməsinin monitorinqi. Dəniz və okeanların monitorinqi – suların çirklənmə səviyyəsini, onun yayılma dinamikasının, dəniz ekosistemərinin vəziyyətinin təyini məqsədi ilə biosenozların vəziyyətinin izlənməsi, təbii və antropogen amillərin təsiri altında onların dəyişməsinin qiymətləndirilməsi və proqnozu.

Cədvəl 2.1

Səth sularının kimyəvi çirklənmə dərəcəsinin qiymətləndirmə meyarları

Göstəricilər	Nisbətən qənaətbəxş vəziyyət	EB zonası	EF zonası
Kimyəvi maddələr, YVKH	1		
I-II dərəcəli təhlükə	1	5 – 10	> 10
III-IV dərəcəli təhlükə		50 – 100	> 10
KÇG ₁₀			
I-II dərəcəli təhlükə	1 10	35 – 80	> 80
III-IV dərəcəli təhlükə		500 – kimi	> 100
Oksigenin kimyəvi istifadəsi-OKİ-fona nəzərən, mq/l	< 10	10 – 20	20 – 30

Həll olmuş oksigen,% doyma	γ 80	20 – 50	10 – 20
Oksigenin biokimyəvi istifadəsi, OBI ₅	1	10 – 100	γ 100
Nitritlər, YVKH	γ 1	5 – 10	γ 10
Nitratlar, YVKH	γ 1	10 – 20	γ 20
Minerallaşma, q/l	γ 1	2 – 3	γ 3

Cədvəl 2.2

Təsərrüfat obyektləri üçün yeraltı suların çirklənmə dərəcəsinin qiymətləndirmə meyarları

Göstəricilər	Nisbətən qənaətbəxş vəziyyət	EB zonası	EF zonası
Çirkləndirici maddələrin miqdarı (nitratlar, fenollar, ağır metallar, SPAV, neft), YVKH	3 – 5	10 – 100	γ 100
Xlorüzvülü birləşmələr, YVKH	γ 1	1 – 3	γ 3
Konserogenlər, benz(a)piren, YVKH	γ 1	1 – 3	γ 3
Çirklənmə ərazisinin sahəsi, km ²	γ 0,5	3 – 5	γ 8
Minerallaşma, q/l	γ 3	10 – 100	γ 100

Bununla əlaqədar olaraq, məlumatın alınmasının əsas prinsipi müşahidələrin kompleks olmasıdır, yəni çirklənmiş və

həmçinin nisbətən təmiz sulu akvatoriya ərazilərində ekosistemlərin hidrokimyəvi, hidrofiziki və hidrobioloji xarakteristikalarının əlaqəli təyini.

I qrup dəniz stansiyaları – akvatoriyanın daha çox çirklənmiş ərazilərində çirklənmə dərəcəsinin operativ aşkar edilməsi. Tam proqram üzrə aparılan müşahidələr ayda bir dəfə keçirilir və aşağıdakılar təyin olunur: 1) çirkləndirici maddələr (neft məhsulları, pestisidlər, ağır metallar, fenollar və s.); 2)mühitin göstəriciləri (həll olmuş oksigen, hidrogen sulfid, ümumi fosfor vəs.); 3) hidrometeoroloji rejimin elementləri (suyun duzluğu, suyun və havanın temperaturu, küləyin və axının istiqaməti və sürəti, suyun şəffaflığı və rəngliyi); 4) fito- və zooplanktonun, zoobentosun və periftonun əsas xarakteristikaları (orqanizmlərin ümumi miqdarı, növlərin sayı, ümumi biokütlə və s.).

II qrup dəniz stansiyaları – sahil rayonlarda və açıq dəniz ərazilərində yerləşdirilir ki, bu yerlərə də çirkləndirici maddələr miqrasiya prosesi nəticəsində daxil olur. Dəniz sularının çirklənmə səviyyəsinin mövsümi və illik dəyişməsinə öyrənmək üçün istifadə olunur. Müşahidələr I qrup stansiyalarda olduğu proqram üzrə hər ay aparılır.

III qrup dəniz stansiyaları – fon çirklənmə səviyyəsini və onların mövsümi və illik dəyişməsinə müəyyən etmək üçün, nisbətən təmiz sularda təşkil olunur.

XX əsrin 80 –ci illərin sonunda sabiq SSRİ –ni əhatə edən və bütün daxili dənizlərində monitoring şəbəkəsi fəaliyyət göstərirdi. Onlardan 60 – 70 stansiya I qrupa, 570 – 600 stansiya II qrupa və 1000 – 1100 stansiya III qrupa aid idi.

Yer hidrosferinin vəziyyətinə nəzarətin metod və vasitələri.

Su ölçən stansiyalarda su səviyyəsinə nəzarət
Məsafədən su ölçən məntəqələr **səviyyəni özü-özünə ölçənlərlə** təhciz olunur ki, bunlar da su səviyyəsi haqqında

fasiləsiz məlumat verir və həmçinin onu radio- və elektrik rabitə ilə ötürür.

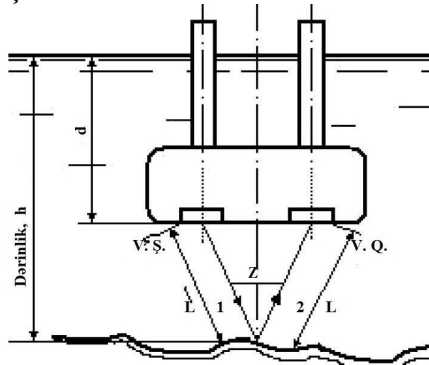
Profiloqraf

- *mexaniki* – tross üzərində və ya ölçmə ştançasında olan ölçmə yükü ilə dərinliyi ölçür. Nəticələri saatla təhciz olunmuş qeyd edən mexanizmə ötürməklə suyun dibində yerini dəyişir;

- *hidrostatik* – suyun dibində tross üzərində yerini dəyişə bilən təzyiq ötürücü vasitəsilə dərinliyi ölçür. 15 m -ə kimi dərinliyə hesablanıb;

- *akustik* – exolotun tətbiqinə hesablanıb (şək.2.9).

Müşahidə obyektini ilə qarşılıqlı əlaqə üsuluna görə cihazlar **təmasda olan** və **təmasda olmayan** növlərə bölünür. **Təmasda olanlar:** suyun sərfini ölçmək üçün ultra səs sistem, suyun sərfini ölçmək üçün hərəkət edən gəmidə kompleks cihazlar. **Təmasda olmayanlar:** yer səthinin aerokosmik tədqiqatları üçün cihazlar (radiasiya termometrleri, qar örtüyündə su ehtiyatlarını təyin etmək üçün qamma-çəkici cihazlar), həmçinin buzun səth axın sürətini və qalınlığının radiolokasiya ölçüləri üçün cihazlar.



Şək. 2.9. Profiloqraf ilə dərinliyin ölçülməsi: V.Ş. – vibratot-şüalandırıcı, V.Q. – vibrator-qəbuledici, 1 – gedən siqnal, 2 - əks olunan siqnal, d – profiloqrafın dərinliyi.

Okean cihazları – dəniz mühitinin xarakteristikalarının hidrofiziki, hidrokimyəvi, dəniz geoloji, hidrobioloji və digər ölçüləri üçün texniki vasitələ; dəniz suyunun, qruntunun, bitkilərinin və heyvanlarının nümunəsini götürmək üçün qurğular.

Tətbiqinə görə aşağıdakılara bölünür:

- dərinliyi təyin etmək üçün cihazlar (lotlar və exolotlar);
- dəniz suyunun fiziki xarakteristikalarının təyini üçün (termometrər və səsin suda yayılmasının sürətini ölçən cihazlar);

- suyun dinamikasının əsas parametrlərinin (axınların sürət və istiqamətini) ölçülməsi üçün – hərflə çapədicilə fırlanğıc (HÇF), axının və temperaturun avtomatik rəqəm ölçücüsü (TARÖ);

- dalğaların elementinin təyini üçün (dalğaölçənlər);

- səviyyənin tərəddüdü (futştok, mareoqraflar);

- hidrokimyəvi ölçülər üçün (elektrosolomerlər, oksimetrələr, pH-metrələr, fotoelektrik kolorimetrələr və s.);

- buzlaqların müşahidəsi üçün (buzlaqları ölçən reykalər, buzlaqların aeroçəkilişi üçün cihazlar və s.).

İstifadə üsullarına görə okean cihazları aşağıdakılara ayrılır:

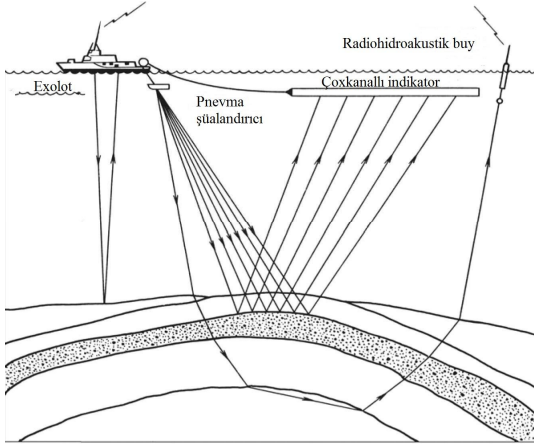
- *stasionar* – sahildə və ya açıq dənizdə daimi (futştok, mareoqraflar, terməqraflar) və ya uzun müddətli (tellurik stansiyalar, seysmoqraflar) təhkim olunur;

- *avtonom* – okeanların və dənizlərin açıq hissələrində bir neşə saatdan bir neşə aya kimi sərbəst işləmək üçün təxsis edilmişdir (buy stansiyalar);

- gəmi;

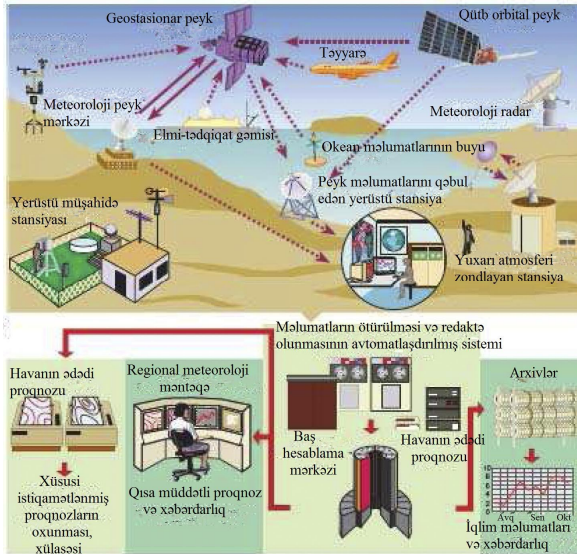
- yedəkdə olanlar;

- kompleksli.



Şək.2.10. Dəniz dibinin relyefini exolot zondlama yolu ilə təyin edirlər.

Yerin hidrosferinin müasir monitoring sisteminin ümumi sxemi şək. 2.11 –də verilmişdir.



Şək. 2.11. Yerin hidrosferinin vəziyyətinin müşahidəsi (a), müşahidə materiallarının toplanması və emalı (b) sistemi

2.3. Qurunun və geoloji mühitin monitorinqi.

Torpaq monitorinqinin əsas məsələləri – a) Torpaq örtüyünün zaman və məkanca antropogen və təbii dəyişməsinə təyin edən amil və proseslərin öyrənilməsi; b) torpaqların xüsusiyyətlərinin və onların təbii münbitliyinin müəyyənləşdirilməsi və qiymətləndirilməsi; c) torpağın pestisid, ağır metallar və digər inqridiyentlərlə çirklənməsinə nəzarət; ç) torpağın tərkib və xüsusiyyətlərinin, həmçinin torpaq örtüyünün dəyişməsinin tendensiya və proqnozlaşdırılmasının aydınlaşdırılması.

Bu məsələlər, xüsusi seçilmiş sahələrdə distansion tədqiqat metodlarından istifadə etməklə, stasionar və yarımstasionar müşahidələrin köməyi ilə həll olunur. Müşahidə obyektləri kimi, bütün əsas torpaq-iqlim zonalarında yerləşən və intensiv antropogen təsirlərə məruz qalan tipik landşaftlar seçilir. Paralel olaraq, fon ərazilər də tədqiq olunur.

Hər tərəfdə monitorinq: a) xüsusən toksiki olan ağır metallar – cıvə, qurğuşun, kadmium; b) xüsusən toksiki olan üzvü çirkləndiricilər – benz(a)piren, polixlorbifenid.

Ümumi monitorinq – lokal tullantılar zamanı torpağa daxil olan toksikantlar (sink, nikel, vanadium, manqan və s.); kənd təsərrüfatı məhsullarında toplanma qabiliyyətinə malik üzvü çirkləndiricilər.

Torpağı çirkləndirən əsas mənbələrə uyğun olaraq, iki müşahidə obyekti ayırırlar:

1) kənd təsərrüfatı rayonlarının torpaqları (nümunələrin götürülməsi ildə iki dəfə - yazda, qarın əriməsindən sonra və vegrtasiya dövründən sonra). Ağır metalların torpağa daxil olma intensivliyini təyin etmək üçün, **qar nümunəsinin götürülməsi** hər il qışın sonunda aparılır.

2) sənaye – energetik mənbələrin ətrafındakı torpaqlar (ildə bir dəfə yazda qar əridikdən sonra torpaq – coğrafi profil nöqtələrindən nümunələrin götürülməsi).

Sahəcə daha iri obyektlər (adətən, kənd təsərrüfatı sahələri) distansion metodlar vasitəsi daim tədqiq olunmalıdır. Aerokosmik zondlama verilənləri yerüstü etalon sahələrin tədqiqi ilə nəzarətdə saxlanmalıdır.

Torpaqda kimyəvi maddələrin insan üçün zərərsiz olan kompleks göstəricisi **kimyəvi maddənin torpaqda yol verilən qatılıq həddi (YVQH)** adlanır.

Kimyəvi maddənin torpaqda YVQH–nin əsaslandırılması təcrübədə təyin olunan 4 əsas zərərlik göstəricisi ilə əlaqədardır:

- maddənin torpaqdan bitkiyə keçidini xarakterizə edən **translokasiya**;
- maddənin torpaqdan qrunut sularına və su mənbələrinə keçid qabiliyyətini xarakterizə edən **suya miqrasiya**;
- maddənin torpaqdan atmosfer havasına keçidini xarakterizə edən **havaya miqrasiya**;
- çirkləndirici maddənin torpağın özünütəmizləmə qabiliyyətinə və onun bioloji aktivliyinə təsirini xarakterizə edən **ümumsanitar**.

Torpağın kimyəvi maddələrlə çirklənməsinin gigienik qiymətinin əsas meyarı yol verilən qatılıq həddi (YVQH) və təqribi yol verilən qatılıqdır (TYVQ).

Torpaq bir çox maddələrlə çirkləndikdə, çirklənmənin təhlükə dərəcəsinin qiyməti daha toksiki elementin torpaqda maksimum miqdarı ilə qəbul edilir.

Ümumiyyətlə, hər hansı bir ərazinin ekoloji cəhətdən zonalaşdırılmasında əhalinin sağlamlığına zərərli təsirin indikatoru kimi, torpağın kimyəvi çirklənmə səviyyəsinin qiymətindən istifadə etmək iki göstəriciyə əsasən aparılır: kimyəvi maddənin qatılıq əmsalı (K_C) və çirklənmənin cəm göstəricisi (Z_C).

K_C –nin qiyməti torpaqda müəyyən olunan maddənin mq/kq –la faktiki miqdarının (C_i), regionun fon qiymətinə (C_{fi}) olan nisbəti ilə təyin olunur.

$$K_C = \frac{C_i}{C_{fi}} \quad (2.4)$$

Çirklənmənin cəm göstəricisi, kimyəvi elementlərin qatılıq əmsallarının cəminə bərabərdir (bu göstərici həmçinin torpağın ağır metallarla çirklənməsini qiymətləndirmək üçün də istifadə olunur):

$$Z_C = \sum_{i=1}^n K_{C_i} - (n-1) \quad (2.5)$$

Burada n – müşahidə olunan çirkləndiricilərin sayı, K_{C_i} - çirklənmənin i –inci komponentinin qatılıq əmsalındır.

Cədvəl 2.3

Çirklənmənin cəm göstəricisinə əsasən torpağın çirklənmə dərəcəsinin qiymət şkalası

Torpağın çirklənmə dərəcəsi	Çirklənmənin cəm göstəricisi Z_C	Əhəlinin sağlamlıq göstəricilərinin dəyişməsi
Yol verilən	< 16	Uşaq xəstəliklərinin aşağı səviyyəsi və funksional dəyişmələrin baş verməsinin minimal tezliyi
Mülayim təhlükəli	16 -32	Ümumi xəstəliklərin artması
Təhlükəli	32 - 128	Tez-tez xəstələnən, xroniki xəstəliyə tutulan, ürək-damar xəstəlikli uşaqların sayının artması
Fövqəladə təhlükəli	> 128	Uşaq xəstəliklərinin, qadınların reproduktiv funksiyalarının pozulmasının (hamiləliyin toksikozluğunun, vaxtından əvvəl doğulmaların, ölü doğulmaların və s.) sayının artması

Son zamanlar YSP, lazer və radar texnikasının tətbiqi ilə bağlı **məsafədən zondlama metodları** geniş vüsət almışdır.

Lazer və radar aeroçəkiliş landşaft xüsusiyyətlərinin ən güclü ümumiləşdirici öyrənilmə üsuludur.

Yer təkinin geoloji quruluşunun tədqiqi, faydalı qazıntıların yatağının axtarışı və kəşfiyyatı üçün məsafədən çəkilişim bir çox metodlarından istifadə olunur: fotoçəkiliş, maqnit üsulları, qamma-çəkiliş, elektrokəşfiyyat, qravitasiya kəşfiyyatı, radio- və lazer lokasiyası.

Məsafədən zondlama metodları kənd təsərrüfatı sektorunda bitki örtüyünün, ekosistemlərə daxil olan enerji axınlarının statistik məlumatlarının alınmasına, fitopatogen amillərin yayılma ocaqlarının sahəsinin ölçülməsinə və s. imkan yaradır.

3. Geofiziki monitoring

3.1. Geofiziki monitoringin metod və vasitələri

Təbii mühitin vəziyyəti və çirklənmə səviyyəsi haqqında obyektiv informasiyanın alınması üçün ekoloji monitoringin etibarlı vasitələrinə və metodlarına malik olmaq lazımdır. Təbii mühitin vəziyyətinə nəzarətin effektivliyinin əldə edilməsindən ötrü aşağıdakı tədbirlər görülməlidir:

- ölçmələrin məhsuldarlığını və operativliyini yüksəltmək;
- ölçmələrin müntəzəmliyini artırmaq;
- eyni zamanda nəzarətə alınmanın miqyasını artırmaq;
- texniki vasitələri və nəzarət prosesini avtomatlaşdırmaq və optimallaşdırmaq.

Kimyəvi, fiziki-kimyəvi, mikrobioloji analiz metodları və müşahidələrin digər növləri vasitəsilə atmosfer havasının, quru ərazilərin səth sularının, torpaqların, dəniz suyunun, geoloji mühitin tərkibi və texnogen çirklənmələri, həmçinin antropogen təsir mənbələrinin vəziyyəti və davranışı daimi olaraq izlənilir. Burada monitoring texnoloji nəzarətin funksiyaları ilə üst-üstə düşür.

İnkişaf etmiş sənaye ölkələrində su və hava mühitinin keyfiyyətinə cihaz nəzarət texnikası sürətlə təkmilləşir. Hava çirkləndiricilərinin konsentrasiyalarının avtomatik surətdə izlənilməsinin fasiləsiz kommutasiya sistemləri, axarların avtomatik ekspress-analiz texnikası, axarların mənsəblərinin emissiyalarının telemetrik spektral analizatorları, həmçinin müxtəlif portativ indikator cihazları işlənir və tətbiq edilir. Son zamanlar İnternet sistemində Qərbi Avropa ölkələrində, ABŞ-da, Kanadada və Yaponiyada ekoloji monitoring

haqqında müxtəlif və daim yenilənən məlumatları saxlayan serverlər meydana gəlmişdir.

Ekoloji monitorinq vasitələri kontakt və qeyri-kontakt növünə bölünür; nəzarət edilən göstəricilər isə funksional (məhsuldarlıq, maddələr dövrəsinin qiymətləndirilməsi və s.) və struktur (fiziki, kimyəvi və ya bioloji parametrlərin mütləq və ya nisbi qiymətləri: çirkləndirici maddələrin konsentrasiyası, cəm çirklənmə əmsalı və s.) olurlar. Nəzarətin kontakt metodları parametrlərin bilavasitə və ya dolayı ölçmələrdən istifadə olunan metodlara ayrılırlar (şək. 3.1).

Bilavasitə ölçmə nəticəsində axtarılan kəmiyyət, məsələn pH göstəricisi (pH-metriya metodu) təyin edilir. Dolayı ölçmə metodunda axtarılan parametr bir neçə mərhələdə müxtəlif kalibrleyici qrafik, cədvəl və s. istifadə etməklə təyin olunur.

Ətraf mühitin vəziyyətinə müşahidə və nəzarətin istənilən metodunun effektivliyi aşağıdakı göstəricilərin məcmusu ilə qiymətləndirilir:

- təyin etmənin selektivliyi və dəqiqliyi;
- alınan nəticələrin təkrarlanması, təyin etmənin həssaslığı;
- elementin (maddənin) aşkar edilmə həddləri;
- analizin yerinə yetirilməsinin ekspressliyi.

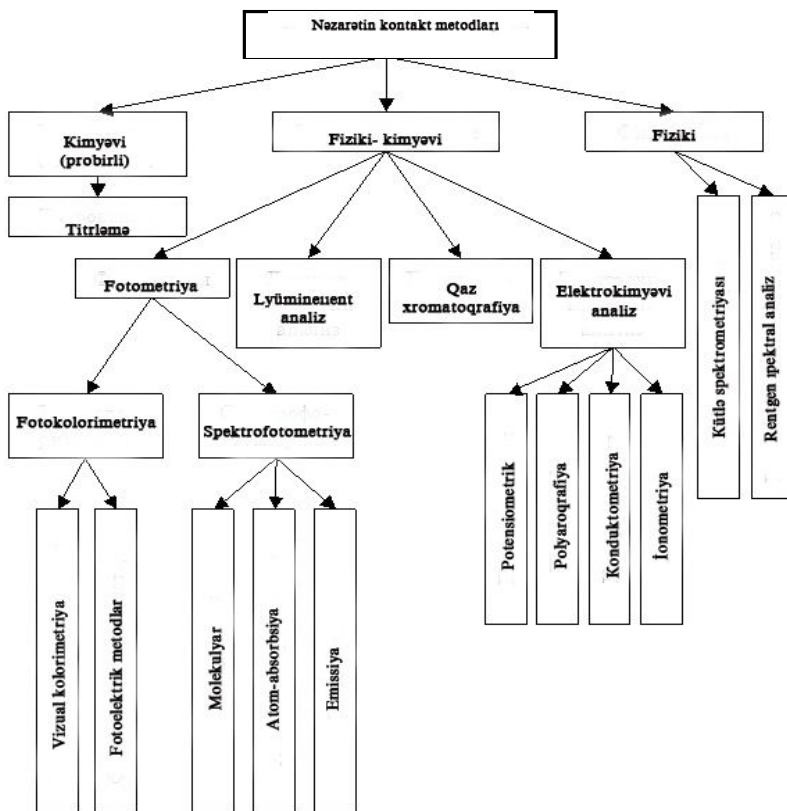
Seçilmiş metoda qoyulan əsas tələb, onun elementlərin (maddələrin) konsentrasiyasının geniş miqyasında tətbiq edilməsidir ki, buraya həm fon rayonlarının çirklənməmiş obyektlərində iz miqdarı, həm də texnogen təsir rayonlarında konsentrasiyaların yüksək qiymətləri daxildir.

Fotometrik metod tədqiq edilən və nəzarət mayesinin optik sıxlıqlarının müqayisəsinə əsaslanır. Fotometrik metodun əsasını Buger-Lambert-Ber qanunu təşkil edir:

$$D = a \cdot b \cdot c,$$

burada D – məhlulun optik sıxlığı, a – müəyyən dalğa uzunluğunda udma əmsalı; b – küvetin qalınlığıdır, c – tədqiq olunan elementin (maddənin) konsentrasiyasıdır. a və b -nin

sabit qiymətlərində məhlulun optik sıxlığı ilə çirkləndiricinin konsentrasiyası arasındakı asılılıq xətti olmalıdır.



Şək. 3.1. Təbii mühitin vəziyyətinə müşahidələrin və nəzarətin kontakt metodlarının strukturu.

Analizin fotometrik metodunun növlərinə fotokolorimetrik (vizual fotokolorimetrik, fotoelektrokolorimetrik) və spektrofotometrik fotokolorimetrik metodlar (analizin keçirilməsindən ötrü poloxromatik işıqdan istifadə edilir) aid edilir. Vizual fotokolorimetriya üçün vizual müqayisə cihazları: sınaq şüşəsi, əl kolorimetrləri, vizual

fotometrler; fotoelektrokolorimetriya üçün iki fotoelementli ikişüal cihazlar olan fotoelektrik fotometrlərdən istifadə edilir. Birləşmənin təyin edilməsinin həssaslığı birləşmə elementinin təbiətindən asılıdır və nümunənin 0,02-20 mkq/ml-ni təşkil edir.

Analizin spektrofotometrik metodları eyni ilə fotokolorimetrik prinsiplərinə əsaslanır, lakin spektrofotometr də monoxromatik udulmadan istifadə edilir. Spektrofotometrlərlə təyin edilən müxtəlif element və birləşmələrin həssaslığı nümunənin 0,08-20 mkq/ml-ni təşkil edir.

Spektrofotometriyadan daha tez-tez turbidimetrik və nefelometrik analiz metodlarında, bundan da asılmış vəziyyətdə olan maddələrin miqdarını təyin etdikdə istifadə edilir. Bu, yoxlanılan nümunə məhlulundan keçən işıqın intensivliyinin (turbidimetrik) və ya səpələnən işıqın intensivliyinin ölçülməsi ilə yerinə yetirilir. Analizin turbidimetrik metodu üçün göy işıqfiltrli müxtəlif növ spektrofotometrlərdən, həmçinin xüsusi cihaz olan tutqunluq ölçənlərdən istifadə edilir. Nəzərdən keçirilən metod milyonda bir tərtibli konsentrasiyaların ölçülməsi üçün yararlıdır. Analizin nefelometrik metodu güclü sürətdə həll edilmiş suspenziyalar üçün daha həssasdır və əlverişli şəraitdə digər kolorimetrik metodların dəqiqliyi ilə müqayisə edilə bilən dəqiqliyi təmin edə bilər.

Spektrofotometriyanın (spektral – emissiya metodu) əsasını işıq enerjisinin atom, ion, daha az halda molekullar tərəfindən şüalanması təşkil edir. Molekullar, atomlar, ionlar tərəfindən şüalandırılan emissiya xətti spektrlər, tədqiq edilən maddəni təşkil edən kimyəvi birləşmələrin növündən asılı deyildir. Buna görə də analizin bu növü su və torpağın elementar tərkibinin analizi üçün tətbiq edilir. Metod universal, yüksək həssaslığa malik, ekspress və dəqiqdir, bundan əlavə

eyni zamanda bir nümunədə 30 elementi analiz etməyə imkan verir.

Atom-absorbsiya spektral analiz, elementlərin sərbəst atomlarının hər bir elementi üçün müəyyən dalğa uzunluğunda rezonans şüalanmanı selektiv udması qabiliyyətinə əsaslanır. Metod universal, sadə, yüksək məhsuldarlığa malikdir. 0,1 – 0,01 mq/l dəqiqliklə 7-dən çox elementin təyin edilməsi üçün istifadə edilir.

Analitik məqsədlərlə lüminessent (flüorimetrik) metodunun istifadə edilməsi ultrabənövşəyi şüalarla bəzi maddələrə (neft məhsulları, fenollar və s.) təsir etdikdə güclü flüoressensiyanın əmələ gəlməsi ilə əlaqədardır. Lüminessent analiz prinsipindən istifadə edən cihazlar spektroflüorimetrlər adlanır.

Qazoxromatoqrafik metod iki qarışmayan fazalar arasında birləşmələrin selektiv ayrılmasına əsaslanır ki, onlardan biri hərəkətsiz (maye və ya bərk cisim), digəri isə - oynaqdır (daşıyıcı - ətalətli qazdır). Nəzərdən keçirilən metod spesifik reaksiyalara malik olmayan, bir-birinə yaxın xüsusiyyətli onlarla və yüzlərlə komponentə malik qarışıqların olduqca kiçik hissəciklərinin miqdarını təyin etməyə imkan verir.

Analizin elektrokimyəvi metodlarında mühitin müxtəlif elektrik xüsusiyyətlərinin tədqiq olunan maddənin kəmiyyət və keyfiyyət tərkibinin asılılığından istifadə edilir. Analizin nəzərdən keçirilən metodlarına potensiometrlik, polyaroqrafik, konduktometrik, ionometrik üsullar aiddir.

Potensiometrlik metod maddədə baş verən fiziki-kimyəvi proseslərdən asılı olaraq, elektrodun potensialının dəyişməsinə əsaslanır.

Polyaroqrafik metodda cıvə damcılayıcı elektrodda analiz edilən birləşmənin bərpa olunma prinsipi tətbiq edilir və bir qayda olaraq, müxtəlif aqreqat hallarda olan maddələrin iz miqdarlarının analizində istifadə olunur.

Konsentrasiyası nümunədə 0,005-1 mkq/l olan elementləri və birləşmələri təyin etmə həssaslığına malik polyaroqraflardan istifadə edilir.

Konduktometrik metod elektrik keçiriciliyinin və dielektrik nüfuzluğunun maddənin konsentrasiyası və onun komponentlərinin təbiətindən asılılığına əsaslanır. Analizin konduktometrik metodu əsasında yaradılmış cihazlar konduktometrlər və ya suyun duzluğunu ölçən cihazlar adlanırlar.

İonometrik metodun əsasını çoxlu sayda kation və anionlara yönəlmiş ionsektiv elektrodların reaksiyası təşkil edir.

Kütlə-spektrometrik metodun əsasında qazabənzər nümunənin elektron bombardlanması vasitəsilə ionlaşması və bundan sonra yaranmış ionların maqnit sahəsinin təsirinə məruz qalması durur. Kütlədən və yükədən asılı olaraq ionlar müxtəlif sürətlə meyil edirlər və müvafiq qaydada bölünürlər.

Rentgenspektral analiz rentgen şüalanmasının təsiri altında müxtəlif element və maddələrin spektrlərinin alınmasına əsaslanır.

Təbii mühitin vəziyyətinin müşahidə və nəzarətinin kontakt metodları qeyri-kontakt metodlarla tamamlanır ki, bu da zondlayıcı sahələrin (elektromaqnit, akustik, qravitasiya) iki xüsusiyyətinə əsaslanır: nəzarət edilən obyektə qarşılıqlı təsiri həyata keçirir və alınmış informasiyanı vericiyə çatdırır. Zondlayıcı sahələr geniş informasiya göstəricilərinə və obyektin maddəsi ilə qarşılıqlı təsirlərin müxtəlif effektlərinə malikdirlər.

Qeyri-kontakt nəzarət vasitələrinin işləmə prinsipi şərti olaraq, passiv və aktiv nəzarətə bölünürlər: passiv – nəzarət obyektinin özündən gələn zondlayıcı sahənin qəbulu ilə həyata keçirilir; aktiv isə - mənbə tərəfindən yaradılan əks olunmuş, keçən və ya yenidən şüalandırılan zondlayıcı sahələrin qəbuludur.

Atmosferin qeyri-kontakt nəzarəti radioakustik və lidar metodları vasitəsilə həyata keçirilir. Əvvəllər radiodalğalar ionosferin vəziyyətinin analizi üçün istifadə edilirdi (dalğaların əks olunması və sınıması), daha sonra santimetrlik dalğalar yağıntılarının, buludların, atmosferin turbulentiyyəsinin tədqiqi üçün tətbiq edildi.

Radioakustik metodların tətbiq sahəsi hava mühitinin nisbətən lokal həcmi ilə məhdudlaşır (radiusu 1-2 km) və onları yerüstü şəraitdə və aerodaşıyıcıların göyertəsində istifadə etməyə imkan verir.

Əks olunmuş akustik signalın yaranma səbəblərindən biri kiçikmiqyaslı temperatur qeyri-bircinsliklərdir ki, onlar temperatur dəyişikliklərini, küləyin sürət profilini, dumanın yuxarı sərhədlərini nəzarət etməyə imkan verir.

Lidar (lazer) zondlanmasının prinsipi ona əsaslanır ki, lazer şüası yayıldığı zaman molekullar, hissəciklər, havanın qeyri-bircinslikləri tərəfindən udulur, öz tezliyini, impulsun formasını dəyişir, nəticə etibarilə flüoresensiya yaranır ki, bu da ətraf mühitin təzyiq, sıxlıq, temperatur, rütubət, qazların, aerozolların konsentrasiyası, küləyin sürəti kimi parametrlərini keyfiyyət və kəmiyyətə dəyərləndirməyə imkan verir. Lidar zondlanmasının üstünlüyü onun monoxromatikliyi, koherentliyi və spektri dəyişmək imkanındır ki, bu da hava mühitinin ayrı-ayrı parametrlərini seçim yolu ilə nəzarət etməyə imkan verir. Əsas çatışmazlıq – buludların təsiri nəticəsində Yerdən atmosferin zondlanma hündürlüyünün məhdudluğu.

Təbii suların qeyri-kontakt nəzarətinin əsas metodları radioparlaqlıq, radiolokasiya, fluorescent metodlardır.

Radioparlaqlıq metodu görünən diapazondan başlamış metrlik diapazon kimi zondlayıcı dalğalarla eyni zamanda həyacanlamaları, temperaturu və duzluluğa nəzarət etməyə imkan verir.

Radiolokasiya metodunun (aktiv) mahiyyəti həyacalanmış səthdən əks olunan signalın (amplitud, enerji,

tezlik, faza, polyarlaşmış, fəza-zaman) qəbulu və emal olunmasından ibarətdir.

Neftlə çirklənmiş su mühitinin parametrlərinin (örtülmə sahəsi, qalınlığı, təxmini kimyəvi tərkibi) məsafədən nəzarət edilməsi üçün lazer əks olunmadan, lazer flüoressentdən, polyarlaşmış işıqda fotosəklin çəkilməsindən istifadə edilir.

Flüoressent metodun əsasını neftin optik dalğaları udması və neftin yüngül və ağır fraksiyalarının işıqlanma spektrlərinin fərqlənməsi təşkiq edir. Həyacanlanmış dalğanın uzunluğunun optimal seçimi flüoressensiya spektrlərinin amplitud və formasına görə neft məhsullarını identifikasiya etməyə imkan yaradır.

Kimyəvi çirkləndiricilərin və texnogen çirklənmələrin digər növlərinin müxtəlifliyi ekoloji-analitik nəzarətin (EAN) metod və vasitələrinin geniş nomenklaturasını təyin etməyə imkan verir. Çirkləndirici maddələrin konsentrasiyasının təyin edilməsindən ötrü kimyəvi analizin müxtəlif metodlarından istifadə edirlər: qaz və ion xromotoqrafiyası, rentgenflüoressensiya, optik spektroskopiya və s. Səs-küyün, infrasəsin və vibrasiyanın ölçülməsi üçün xarici aparaturadan istifadə edilir: küyölçənlər, spektrometrlər, zolaqlı filtrlər, vibrovericilər. Elektromaqnit sahəsinin gərginliyinin elektrik və maqnit toplananlarının ölçülməsi üçün EMSÖ, NFM-1 (AFR) növ cihazlardan istifadə edilir. Radiasiya nəzarəti metodları dozimetrik cihazlar vasitəsilə ionlaşdırıcı şüalanmaların parametrlərinin ölçülməsinə əsaslanır (dozanın gücü, ekvivalent doza, səthi aktivlik və s.).

Ekoloji-analitik nəzarəti yerinə yetirən müxtəlif nazirlik və idarələrin laboratoriyaları fərqli normativ-metodik və metroloji bazaya malikdirlər. Bu isə o deməkdir ki, eyni bir obyektlərin çirklənmə dərəcəsinin səviyyəsinin müəyyən edilmiş nəticələri bir-birindən kəskin fərqlənə bilər. Birmənəliyə və ölçmələrin tələb edilən dəqiqlik səviyyəsinə nail olmaq üçün EAN sistemləri müvafiq metroloji təminata –

elmi və təşkilatı əsaslara, normativ-texniki sənədlərə, ölçmələrin metod və texniki vasitələrinə malik olmalıdır. Bu məqsədlə attestasiyadan və metroloji ekspertizadan keçmiş EAN metodikalarının federal reyestri formalaşdırılır.

EAN-nın aparatür təminatında iki istiqamət mövcuddur. Birinci, müxtəlif növ obyektlərin böyük sayda göstəricilərinə nəzarət etməyə imkan verən ümumi təyinatlı cihazların buraxılması (xromatoqraflar, spektrofotometrler, polyaroqraflar). İkinci istiqamət konkret obyektə konkret agentin təyin edilməsi üçün xüsusi cihazların istehsalına yönəlmişdir. Belə cihazlar stasionar nəzarət məntəqələri, səyyar laboratoriyalar və müəssisələrin sanitar-sənaye laboratoriyaları üçün olduqca əlverişlidir, çünki burada çirkləndiricilərin nomenklaturası məhduddur.

Analitik cihazqayırmanın aktual istiqaməti blok-modul əsaslı çoxməqsədli cihaz komplekslərinin yaradılmasıdır. *Analitik kompleks* – analizin maddi (ölçmə vasitələri, hesablama texnikası, köməkçi avadanlıq) və intellektual (metodikalar, proqram təminatı) toplananlarının məcmusundan ibarətdir. Beləliklə, kompleksə attestasiyadan keçmiş EAN-nın metodika komplektləri və onların reallaşdırılması üçün lazım olan bütün cihazlar, texniki vasitələr daxildir. Analitik kompleksin yaradılmasının uğurlu nümunəsi kimi “İnlan” ekoloji-analitik nəzarətin çoxməqsədli laboratoriya avtomatlaşdırılmış sistemini göstərmək olar.

Son illərdə ekoloji nəzarət və monitoring məsələlərinin həlli üçün daha geniş şəkildə kosmik texnikadan istifadə edilməyə başlanmışdır. Peyk rəbitəsi və yüksək ayırma qabiliyyətinə malik optik-elektron vasitəsilə alınan məlumatlardan müxtəlif tematik istiqamətli çoxsəviyyəli elektron xəritələrin qurulmasında istifadə edilir. Monitoringin kosmik vasitələri EAN-nın yerüstü sistemləri ilə birlikdə regional, milli və qlobal səviyyələrdə təbiəti mühafizə və ekoloji təhlükəsizliyin idarə edilməsi üçün güclü informasiya bazası yaratmağa imkan verir.

3.2. Atmosfer havasının vəziyyətinin müşahidə və nəzarəti

Atmosfer havasının vəziyyətinin monitorinqi iki sistemə bölünür: müşahidə və nəzarət. Birinci sistem konkret çirklənmə mənbələrinin təsiri altında yerləşməyən şəhərlərdə, yaşayış məntəqələrində və ərazilərdə atmosfer havasının keyfiyyəti üzərində müşahidəni təmin edir. İkinci sistem çirklənmə mənbələrinin nəzarətini və zərərli maddələrin atmosfərə tullanmasının tənzimlənməsini təmin edir. Hər iki məsələnin reallaşdırılması Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyinə həvalə edilir.

Atmosfer havasının vəziyyətinin müşahidələri intensiv texnologiya təsir rayonlarında (şəhərlərdə, sənayeəqlomerasiyalarda) və çirklənmə mənbələrindən uzaqda yerləşən rayonlarda (fon rayonlarında) yerinə yetirilir.

Atmosfer havasının keyfiyyətinin müşahidəsi fon monitorinq stansiyalarında fiziki, kimyəvi və bioloji göstəricilər üzrə həyata keçirilir. İntensiv antropogen təsir zonalarında atmosfer havasının çirklənməsinə olan nəzarətin təşkilinin zəruriliyi riyazi və fiziki modelləşmədən istifadə etməklə ilkin eksperimental və nəzəri tədqiqatlarla təyin edilir.

Hava çirklənməsinin fəza-zaman dəyişikliyi haqqında reprezentativ informasiyanın alınması səyyar vasitələrin köməyi ilə (hava nümunələrinin seçimini və analizini aparan səyyar laboratoriya), müəyyən ərazidə havanın vəziyyətinin ilkin tədqiqi ilə aparılır. Belə metod sənaye komplekslərinin sərhədlərini, onların təsir zonalarını aşkarlamağa imkan verir. Alınmış informasiyanın emalı nəticəsində atmosfer havasının çirklənməsinin sərhədləri, spektri və təzadlığı müəyyən edilir, stasionar müşahidə məntəqələrinin yerləşdirilmə sxemi işlənir. Müşahidələr məntəqəsi hava hövzəsinin ümumi vəziyyəti haqqında informasiya verə və tullantı mənbələrinin nəzarətini yerinə yetirə bilər.

Müşahidə məntəqəsində məcburi qaydada əsasən havanı daha çox çirkləndirən maddələrdən olan toz, SO₂, CO, NO_x ölçülür. Nəzarəti tələb edilən digər maddələrin seçimi verilmiş yerin istehsal və tullantı xüsusiyyətindən və BBH-in aşması tezliyindən asılı olaraq müəyyən edilir.

Müşahidənin stasionar məntəqəsi – xüsusi təchiz edilmiş pavilyondur ki, burada çirkləndirici maddələrin və meteoroloji parametrlərin müəyyən edilmiş proqram üzrə qeyd edilməsindən ötrü cihaz yerləşdirilmişdir. Stasionar məntəqələrin içərisindən dayaq stasionar məntəqələr seçilir ki, onlar əsas və daha çox yayılan çirkləndirici maddələrin tərkibinin uzunmüddətli dəyişikliklərini müəyyən edirlər. Stasionar məntəqənin yerləşmə yeri, bir qayda olaraq, atmosfer havasının çirklənmə səviyyəsinin meteoroloji şəraiti nəzərə alınmaqla seçilir. Bu halda həll olunacaq məsələlər müəyyən edilir: orta aylıq, mövsümü, illik və maksimal birdəfəlik konsentrasiyanın qiyməti, konsentrasiyaların yaranma ehtimalı, BBH və s. qiymətləndirilməsi.

Məntəqə quraşdırılmazdan əvvəl aşağıdakılar analiz edilir: bütün stasionar və səyyar mənbələrdən atılan tullantıların bütün inqrediyentləri üzrə konsentrasiyalarının hesablanmış sahələri; tikililərin və ərazinin relyefinin xüsusiyyətləri; yaşayış tikililərin inkişaf perspektivləri və sənaye, energetika, kommunal təsərrüfat, nəqliyyat və şəhər təsərrüfatının digər sahələrinin genişləndirilməsi; seçilmiş zonanın funksional xüsusiyyətləri; əhalinin sıxlığı; verilmiş ərazinin meteoroloji xüsusiyyətləri və s. Məntəqə binaların aerodinamik kölgəsinin və yaşıl əkililərin zonasından kənarında yerləşməli, onun ərazisi külək tutan yerdə olmamalı, yaxında yerləşən alçaq mənbələrin (avtomaşın dayanacağı, alçaq tullantılı kiçik müəssisələr və s.) təsirinə məruz qalmamalıdır. Hər hansı bir şəhərdə (yaşayış məntəqəsində) stasionar məntəqələrin miqdarı əhalinin sayı, yerin relyefi, sənayenin xüsusiyyətləri, funksional struktur (yaşayış, sənaye, yaşıl

zona), zərərli maddələrin konsentrasiya sahələrinin fəza və zaman dəyişikliyi ilə müəyyən edilir. Məsələn, nümunə kimi əhalinin sayı ilə əlaqədar, məntəqələrin miqdarı aşağıdakı kimi təyin edilir:

Əhalinin sayı, min nəfər.....	< 50	50 – 100	100 – 200
Məntəqələrin miqdarı	1	2	3
Əhalinin sayı, min nəfər.....	200 – 500		500 – 1000
Məntəqələrin miqdarı	3 – 5		5 – 10
Əhalinin sayı, min nəfər.....	1000 – 2000		> 2000
Məntəqələrin miqdarı	10 – 15		15 – 20

Mürəkkəb relyefli və çoxlu sayda mənbələri olan yaşayış məntəqələri üçün hər 5-10 km²-dən bir məntəqənin quraşdırılması tövsiyə edilir. Havanın çirklənməsi haqqında informasiya şəhərin xüsusiyyətlərinin nəzərə alınması üçün müşahidə məntəqələrini müxtəlif funksional zonalarda – yaşayış, sənaye və tikinti üçün ayrılmış yerlərdə quraşdırılması tövsiyə edilir. Avtonəqliyyatın intensiv hərəkəti olan böyük şəhərlərdə, məntəqələr həmçinin avtomagistralların yaxınlığında yerləşdirilməlidir.

Stasionar müşahidə məntəqələrində bütün il, mövsüm ərzində, hava şəraitindən asılı olmayaraq, atmosfer havasının çirklənməsi və meteoroloji parametrlərin müşahidəsi aparılmalıdır. Müşahidə məntəqələri üçün bir qayda olaraq, üç müşahidə proqramı təyin edilir: tam, natamam və qısaldılmış. Tam proqram üzrə müşahidələr hər gün (istirahət günləri – bazar, şənbə - növbələşir) yerli dekret vaxtılı ilə saat 1, 7, 13 və 19-da və ya da sürüşkən qrafik üzrə: çərşənbə axşamı, cümə axşamı, şənbə günləri saat 7, 10, 13-də, bazar ertəsi, çərşənbə, cümə günləri saat 15, 18, 21-də aparılır. Birinci proqram üzrə aparılan müşahidələr havanın tərkibində həm əsas, həm də spesifik çirkləndirici maddələrin ölçmələrini nəzərdə tutur. Natamam proqram üzrə müşahidələr hər gün (bazar, şənbə

günləri növbələşir), lakin yerli dekret vaxtının 7, 13 və 19 saatlarında aparılır.

Havanın temperaturu 45 °C-dən aşağı olan rayonlarında, müşahidələr qısaldılmış proqram üzrə bazar günündən başqa hər gün yerli dekret vaxtla saat 7 və 13-də aparılır. Qısaldılmış proqram üzrə müşahidələri həmçinin aylıq orta konsentrasiyası 1/20 BBH-dən az olan yerlərdə və ya istifadə edilən metodla qarışıqların aşağı hədd diapazonundan az olan yerlərdə aparılır.

Əlverişsiz meteoroloji şəraitlərdə (duman, uzunmüddətli temperatur inversiyası və s.) bütün müşahidə məntəqələrində havanın nümunəsinin götürülməsi hər 3 saatdan bir yerinə yetirilməlidir. Eyni zamanda əhalinin daha çox sıx olan yerlərində əsas çirkənmə mənbələrinin məşəli altından nümunələr götürülməlidir. Məşələlti müşahidələr verilmiş müəssisə üçün xarakterik olan qarışıqlar üzrə aparılır.

Müşahidənin marşrut məntəqəsi – şəhərdə müəyyən marşrutdakı yeridir. Səyyar cihazlar vasitəsilə müşahidə zamanı ərazinin müəyyən nöqtəsində hava nümunəsinin müntəzəm götürülməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur. Marşrut müşahidələri sənayedə kütləvi istehsal edilən avtolaboratoriyalar vasitəsilə marşrut məntəqələrində yerinə yetirilir. Belə səyyar laboratoriya ildə təqribən 5000 nümunə götürmək gücünə malikdir, belə maşında havanın gündə 8-10 nümunəsinə götürmək mümkündür. Marşrut məntəqələrinə baş çəkilməsi hər ay elə dəyişilir ki, hər bir məntəqədə nümunənin götürülməsi sutkanın müxtəlif vaxtlarında yerinə yetirilsin. Məsələn, maşın birinci ay nömrələrin artması sırası üzrə, ikinci ayda isə onların azalması sırası ilə, üçüncü ayda isə marşrutun ortasından başlayaraq sona kimi və başlanğıcdan ortaya kimi və s. baş çəkir.

Səyyar (məşələlti) məntəqə tüstü (qaz) məşələlinin altında həmin mənbənin təsir zonasını aşkar etməkdən ötrü nümunənin seçilməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur. Məşələlti müşahidələr, xüsusi işlənmiş proqramlar və marşrutlar həmin müəssisə

üçün xarakterik olan spesifik çirkləndirici maddələr üzrə aparılır.

Məşəlti müşahidələr zamanı nümunələrin götürülmə yeri atmosferdə çirkləndirici maddələrin paylanma qanunuyğunluqları nəzərə alınmaqla, çirklənmə mənbələrindən müxtəlif məsafələrdə seçilir. Hava nümunələrinin götürülməsi ardıcıl olaraq külək istiqamətində stasionar tullantı mənbəyindən 0,2 — 0,5, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 15 və 20 km məsafədə, həmçinin mənbəyin küləkdöyən tərəfində yerinə yetirilir. Məşəl altındakı müşahidələr verilmiş müəssisə üçün tipik olan inqrediyentlərin tullantı həcmi və onların zəhərlik dərəcəsi üzrə aparılır. Maksimal çirklənmə zonasında (hesablama və təcrübi ölçmə məlumatları əsasında) havanın ən azı 60 nümunəsi götürülür, digər zonalarda isə minimum 25-dən az olmamalıdır. Məşəlti müşahidələr zamanı hava nümunələrinin götürülməsi eyni zamanda ən azı üç nöqtədə 20-30 dəqiqə ərzində yer səthindən 1,5 m hündürlükdə aparılır. İş günü ərzində məşəl altında ardıcıl olaraq 5-8 nöqtədə nümunə götürmək olar.

Atmosfer havasının keyfiyyətinin analizinin əsas elementlərindən biri nümunələrin götürülməsidir. Əgər nümunələrin seçimi düzgün edilməyibsə, onda ən dəqiq analizin nəticələri belə öz mənasını itirir. Atmosfer havasının nümunəsinin seçilməsi aspirasiya üsulu ilə uducu cihazdan müəyyən sürətlə havanın keçirilməsi və ya məhdud həcmli qabların doldurulması yolu ilə həyata keçirilir. Qazabənzər qarışıqların tədqiqi üçün hər iki metod, aerozol (toz) şəkilli qarışıqların tədqiqi üçün isə yalnız birincisi yararlıdır.

Uducu cihazdan havanın keçirilməsi nəticəsində uducu mühitdə analiz edilən maddənin konsentrləşdirilməsi aparılır. Maddənin konsentrasiyasının həqiqi qiymətinin təyin edilməsi üçün, havanın sərfi dəqiqədə on və yüz litrlərlə olmalıdır. Nümunələr birdəfəlik və ortasutkalıq olurlar. Adətən atmosfer havasında çirkləndirici maddələrin konsentrasiyalarının orta

sutkalıq qiymətlərini almaq üçün nümunələr yerli dekret vaxtla 7, 13, 19, 01 saatlarda aparılır. Orta sutkalıq konsentrasiyaların alınmasının ən yaxşı üsulu 24 saat ərzində fasiləsiz olaraq, hava nümunəsinin götürülməsidir.

3.3.Su hövzələrinin vəziyyətinin müşahidə və nəzarəti

EMVDS çərçivəsində səth sularının keyfiyyətinə nəzarətin əsas məsələləri aşağıdakılardır:

- suyun keyfiyyəti haqqında zaman və fəza üzrə həm ayrı-ayrı, həm də ümumiləşdirilmiş məlumatların sistemik şəkildə alınması;

- Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyinin, həmçinin, maraqlı təşkilatların su hövzələrinin və su axarlarının suyunun keyfiyyəti haqqında sistemik informasiya və suyun çirklənməsinin kəskin surətdə dəyişməsi haqqında ani informasiya ilə təmin edilməsi

Müşahidələrin təşkilinin əsas prinsipi, onların kompleksliyidir ki, bu da suyun keyfiyyətinə fiziki, kimyəvi və hidrobioloji göstəricilər üzrə hidrokimya, hidrologiya və hidrobiologiya üzrə razılaşdırılmış proqramın və müvafiq mikrobioloji işlərin yerinə yetirilməsini nəzərdə tutur. Vacib şərt bütün müşahidə sistemlərinin sinxronluğu, onların sistemliyi və müşahidənin aparılma müddətlərinin razılaşdırılmasıdır.

Səth sularının çirklənməsinin müşahidəsi üzrə təşkil edilən işlərin mühüm mərhələlərindən biri müşahidə məntəqəsinin yerinin seçilməsidir. Səth sularının keyfiyyətinin müşahidə məntəqəsi kimi, su hövzəsində və ya su axarında suyun keyfiyyəti haqqında məlumatların alınması məqsədilə kompleks tədbirlərin aparıldığı yer başa düşülür. Müşahidə məntəqələri ilk növbədə, böyük xalq təsərrüfatı əhəmiyyətli, həmçinin energetika və sənaye müəssisələrinin, təsərrüfat-məişət axarları, habelə kənd təsərrüfatı sahələri və maldarlıq

komplekslərinin axarları nəticəsində xeyli dərəcədə çirklənməyə məruz qalmış su hövzələrində və su axarlarında təşkil edilir. Bundan əlavə cüzi çirklənməyə məruz qalmış su obyektlərində təbii obyektlərin çirkləndirici maddələrinin miqdarının fon müşahidələri üçün məntəqələr yaradılır.

Su hövzələrinin və su axarlarının keyfiyyətinin müşahidə məntəqələri dörd kateqoriyaya bölünür. Məntəqələrin kateqoriyaları və onların yerləşdirilməsi müəyyən edilmiş qaydada, bir sıra amillər kompleksi nəzərə alınmaqla yerinə yetirilir: su obyektinin xalq təsərrüfatlı əhəmiyyəti, suyun keyfiyyəti, su hövzəsinin ölçüsü və həcmi, su axarının ölçüsü və sululuğu, rejim (su, buz, termik), fiziki-coğrafi əlamətlər haqqında məlumatlar.

Bundan əlavə, müşahidə məntəqələrinin yerləşdirilməsində su hövzəsinin və ya su axarının vəziyyətini və perspektivlərini, ilkin tədqiqatların nəticələrini nəzərə almaq lazımdır.

Su hövzələrinin və su axarları sahələrinin ilkin tədqiqatları müşahidə məntəqələrinin təşkilində mühüm mərhələdir, çünki bu, gələcəkdə məntəqədə aparılacaq işlərin istiqamətini müəyyən edir. İlkin tədqiqatın məqsədləri aşağıdakılardır:

- su obyektinin vəziyyətinin müəyyən edilməsi, su istifadəçiləri haqqında məlumatların toplanması və analizi, çirklənmə mənbələrinin su hövzələrinə və ya su axarlarına axıdılan çirkab sularının miqdarı, tərkibi və atılma rejiminin aşkar edilməsi;

- müşahidə məntəqələrinin yerinin, çayda su rejiminin tədqiq edildiyi müşahidə yerinin və onlardakı şaqul və üfüqlərin müəyyən edilməsi;

- verilmiş su hövzəsi və ya su axarını çirkləndirən maddə və biotopların xarakteristikalarının müəyyənləşdirilməsi;

- iş proqramının tərtib edilməsi.

Əldə olunan materiallar əsasında su hövzəsinin, su axarının və ya onların hissələrinin, üzərində çirklənmə mənbələri və çirkab suların axıdılma yerləri qeyd edilmiş xəritə-sxemləri tərtib edilir. Bundan sonra müşahidə məntəqələri və çayda su rejimini tədqiq edən yerlər qeyd edilir. Daha sonra su hövzəsi və ya su axarı tədqiq edilir ki, bu zaman çirklənmə mənbələri müəyyən olunur, (yeri, xarakteri, çirklənmiş suların atılma rejimi, onların miqdarı və tərkibi), həmçinin, verilmiş məntəqə üçün xarakterik olan çirkləndirici maddələrin hidrokimyəvi və hidrobioloji göstəricilərinin təyin edilməsi məqsədi ilə suyun nümunələri götürülür.

Su axarlarında və su hövzələrində suyun keyfiyyətinin müşahidə edilmə məntəqələrinin miqdarı və yerləşmə yeri VEMDS şəbəkəsi qarşısında qoyulan məsələlərin həlli üçün tələb edilən informasiyanın alınmasını təmin edir. Müşahidə məntəqələri çayda su rejimini tədqiq edən bir neçə yerdən ibarət olur. Müşahidə məntəqəsinin çayda su rejimini tədqiq edən yeri dedikdə, su hövzəsi və ya su axarının şərti ən kəsiyi nəzərdə tutulur ki, burada suyun keyfiyyəti haqqında məlumatın əldə edilməsi üçün kompleks işlər aparılır. Çayda su rejimini tədqiq edən yerlər su hövzəsinin və su axarlarının hidrometeoroloji şəraiti və morfoloji xüsusiyyətlərindən, çirklənmə mənbələrinin yerləşməsindən, axıdılan çirkab suların həcmindən və tərkibindən, su istifadəçilərin maraqlarından asılı olaraq yerləşdirilir.

Bütün su hövzəsinin sularının keyfiyyətinin müşahidəsi zamanı, su rejimini tədqiq edən yerlərin sayı ən azı üç olmalı, imkan daxilində sahil xətti nəzərə alınmaqla, bütün akvatoriya üzrə bərabər paylanmalıdır. Su hövzəsinin ayrı-ayrı sahələri üzrə müşahidələr aparılan su rejimini tədqiq edən yerlər aşağıdakı qaydada yerləşdirilməlidir:

- intensiv su mübadiləsi olan su hövzələrində (5,0 şərti vahiddən yuxarı) su rejimini tədqiq edən yerin biri çirklənmə mənbəyindən yuxarıda, onun təsir zonasından kənarında,

digərləri isə (ən azı iki ədəd) çirklənmə mənbəyindən aşağıda və ya axın boyu çirklənmə mənbələri qrupundan olan sonuncudan çirkab suların axıdılma yerindən 0,5 km məsafədə və bilavasitə çirklənmə zonası sərhəddindən kənarında;

○ mülayim (0,1-dən 5,0-ə kimi) və azaldılmış (0,1-ə kimi) su mübadiləsi olan su hövzələrində su rejimini tədqiq edən yerin biri çirklənmə mənbəyinin və ya mənbələr qrupunun təsir zonasından kənarında, ikincisi çirkab sularının axıdılma yerində, digərləri isə (ən azı iki ədəd) çirkab suların axıdılma yerindən ikincisinə paralel şəkildə hər iki tərəfdən 0,5 km məsafədə və bilavasitə çirklənmə zonasından kənarında yerləşdirilir.

Yönəlmiş şəkildə çirkab suların axıdıldığı su axarlarında iki və daha artıq su rejimini tədqiq edən yerlər quraşdırılır. Onlardan biri çirklənmə mənbəyindən 1 km yuxarıda, onun təsir zonasından kənarında, digərləri isə çirklənmə mənbəyindən aşağıda və ya axın boyu çirklənmə mənbələri qrupundan axın üzrə sonuncudan sonra aşağıdakı yerlərdə quraşdırılır:

■ çirkab suların su axarlarının suları ilə kifayət qədər tam qarışdığı (80 %-dən az olmayaraq) yerlərdə. Tam qarışma yerində nümunənin götürülməsi mümkün olmayan hallarda, çirklənmə mənbəyinə daha yaxın yerləşən su rejimini tədqiq edən yerdən nümunənin götürülməsinə icazə verilir;

■ müəyyən edilmiş qaydada, balıq təsərrüfatlı istifadə obyektləri üçün səpələnmə olmayan, çirkab suların axıdılma yerindən 0,5 km məsafədən uzaq olmayan yerlərdə.

Su axarlarında bir neçə qol mövcud olduqda, su rejimini tədqiq edən yerlər, azacıq su sərfi və su keyfiyyətinin normalarının pozulması müşahidə olunan yerlərdə yerləşdirirlər.

Su rejimini tədqiq edən hər bir yerdə, şaqulların yerləşməsi və üfüqlərin miqdarı tullantıların xarakteri, su axarının axma xüsusiyyətləri, çay dibi relyefinin şəraiti ilə müəyyənləşir.

Su rejimini tədqiq edən yerin şaqulu dedikdə, suyun keyfiyyət göstəricilərin alınması üçün işlərin aparıldığı su səthindən (və ya buz) su hövzəsinin və ya su axarının dibinə kimi çəkilən şerti dik xətt başa düşülür. Su hövzələrində su rejimini tədqiq edən yerin şaqullarının miqdarı, çirklənmə zonasının eni ilə müəyyən edilir. Birinci şaqul sahildən və ya çirkab suların axıdıldığı yerdən 0,5 km-dən çox olmayaraq, sonuncu isə bilavasitə, çirklənmə zonasının sərhəddi xaricində yerləşdirilir.

Su axarlarında su rejimini tədqiq edən yerin şaqullarının miqdarı təyin edildikdə, su axarları sularının çirkab sularla, həmçinin çay qollarının suları ilə qarışma şəraiti nəzərə alınmalıdır. Suyun qeyri-bircins kimyəvi tərkibi halında, su rejimini tədqiq edən yerdə ən azı üç şaqul (suyun ən dərin yerində və sahildən 3-5 km məsafədə), kimyəvi tərkib eyni olduqda isə, bir şaqul quraşdırılır (su axarının ən dərin yerində).

Su rejimini tədqiq edən yerin üfüqi dedikdə, suyun keyfiyyət göstəriciləri haqqında məlumatların alınması üçün aparılan kompleks işlərin görüldüyü şaqul üzərində (dərinlik üzrə) yer başa düşülür. Şaqul üzərində üfüqlərin miqdarı su obyektinin dərinliyinə görə müəyyən edilir. 5 m dərinliyə kimi su səthində bir üfüq quraşdırılır: yayda su səthindən 0,3 m məsafədə, qışda isə buzun alt səthi yaxınlığında. Dərinlik 5-dən 10 m-ə kimi olduqda, iki üfüq yerləşdirilir: səthdə və dibin yaxınlığında (dibdən 0,5 m məsafədə). Dərinlik 10 m-dən çox olduqda, üç üfüq yerləşdirilir: səthdə, su obyektinin dərinliyinin ortasında və dib yaxınlığında. Dərinlik 100 m-dən artıq olduqda, aşağıdakı üfüqlər yerləşdirilir: səthdə, 10, 20, 50, 100 m dərinlikdə və dib yaxınlığında. Bundan əlavə sıxlığın dəyişdiyini hər bir qatda əlavə üfiqlər yerləşdirilir.

Müşahidə məntəqələrində hidrokimyəvi işlərin tərkibi və həcmi, müşahidə məsələlərinə cavab verməli, su axarları və su hövzələrindəki suyun keyfiyyəti haqqında informasiyaya

maraqlı olan xalq təsərrüfatı təşkilatlarının tələblərinə cavab verməlidir. Su hövzələrində və su axarlarındakı suyun müəyyən olunmuş keyfiyyət göstəricilərinin siyahısı axar sulardan məqsədli istifadə edilməsinə, buraxılan çirkab suların tərkibinə, informasiya istehlakçılarının tələblərinə müvafiq olaraq təyin edilir. Bütün bunlar, müxtəlif müşahidə məntəqələri üçün suyun tərkibinin və xüsusiyyət göstəricilərinin təyin edilməsinin müxtəlif proqramları ilə şərtləndirilir. Proqramın seçilməsi müşahidə məntəqəsinin kateqoriyasından asılıdır. Hidroloji və hidrokimyəvi göstəricilər üzrə müşahidə proqramları cəd. 8-də verilmişdir, həmin göstəricilər üzrə müşahidələrin aparılmasının dövrülülüyü müşahidə məntəqəsinin kateqoriyasına müvafiq olaraq təyin edilir.

I kateqoriyalı müşahidə məntəqələrində müşahidələr çirkab suların axıtılmasından sonra hər gün çayda su rejiminin tədqiq edildiyi birinci yerdə aparılır. Bundan əlavə, həmin yerdə gündə həcmi 5 litrdən az olmayaraq nümunə seçimi aparılır və 5 sutka ərzində saxlanılır ki, fəvqəladə hallarda (ölçmə hadisələri, balıqların məhv olması, çirkləndirici maddələrin qəza atılmalarında), hidrokimyəvi analizin aparılma zərurəti yarandıqda, onlardan istifadə edilə bilinsin. Nümunələrin götürülməsi həmçinin hər dekadada (2 qısaldılmış proqram üzrə), hər ay (3 qısaldılmış proqram üzrə) və su rejiminin əsas fazalarında (məcburi proqram üzrə) aparılır.

Cədvəl 3.1

Hidroloji və hidrokimyəvi göstəricilər üzrə müşahidələr proqramı

Proqram	Göstəricilər
Məcburi	<p><i>Hidroloji</i> Su sərfi (m/san), su axarlarında su sərfinin dayaq ölçmələrində axın sürəti (m/san) və ya su hövzələrində suyun səviyyəsi (m)</p> <p><i>Hidrokimyəvi</i> Vizual müşahidələr Temperatur (°C), rəngliyi (dərəcə), şəffaflığı (sm), qoxusu (ball-la) Suda həll olmuş qazların konsentrasiyası – oksigen, karbon iki oksidi (mq/dm³, mq/l) Asılı maddələrin konsentrasiyası (mq/dm³, mq/l) Hidrogen göstəricisi - pH Oksidləşdirici-bərpaedici potensial Eh (mV) Əsas ionların konsentrasiyası – xlorid, sulfat, hidrokarbonat, kalsium, maqniyum, natrium, kalium, ionların cəmi (mq/dm³, mq/l) Oksigenin kimyəvi sərfi (mq/dm³, mq/l) Oksigenin 5 sutkalıq biokimyəvi sərfi (mq/dm³, mq/l) Biogen elementlərin konsentrasiyası – ammonium, nitrit və nitrat ionları, fosfatlar, ümumi dəmir, silisium (mq/dm³, mq/l) Geniş yayılmış çirkəndirici maddələrin konsentrasiyası – neft məhsulları, sintetik səthi aktiv maddələr, ucucu fenollar, pestisidlər və metall birləşmələri (mq/dm³, mq/l).</p>
Qısaltılmış 1	<p><i>Hidroloji</i> Su axarlarında suyun sərfi (m³/san) və ya su hövzələrində suyun səviyyəsi (m)</p> <p><i>Hidrokimyəvi</i> Vizual müşahidələr Həll olmuş oksigenin konsentrasiyası (mq/dm³, mq/l) Xüsusi elektrik keçiriciliyi (Sm/sm)</p>
Qısaltılmış 2	<i>Hidroloji</i>

	<p>Su axarlarında suyun sərfi (m^3/san) və ya su hövzələrində suyun səviyyəsi (m) <i>Hidrokiyavi</i> Vizual müşahidələr Temperatur ($^{\circ}C$) Hidrogen göstəricisi - pH Xüsusi elektrik keçiriciliyi (Sm/sm) Asılı maddələrin konsentrasiyası (mq/dm^3, mq/l) Oksigenin kimyəvi sərfi (mq/dm^3, mq/l) Oksigenin 5 sutkalıq biokimyəvi sərfi (mq/dm^3, mq/l) Verilmiş məntəqədə su üçün əsas olan 2-3 çirkləndirici maddələrin konsentrasiyası (mq/dm^3, mq/l)</p>
Qısaldılmış 3	<p><i>Hidroloji</i> Su sərfi (m^3/san), su axarlarında su sərfinin dayaq ölçmələrində axın sürəti (m/san) və ya su hövzələrində suyun səviyyəsi (m) <i>Hidrokiyavi</i> Vizual müşahidələr Temperatur ($^{\circ}C$) Hidrogen göstəricisi - pH Asılı maddələrin konsentrasiyası (mq/dm^3, mq/l) Həll olmuş oksigenin konsentrasiyası (mq/dm^3, mq/l) Oksigenin kimyəvi sərfi (mq/dm^3, mq/l) OBS₅ (mq/dm^3, mq/l) Verilmiş məntəqədə suyun bütün çirkləndirici maddələrinin konsentrasiyası (mq/dm^3, mq/l)</p>

Qeyd. Çirklənmə mənbəyindən aşağıda bir neçə çayda su rejiminin tədqiq edildiyi yer mövcud olduqda, yalnız çirəkab suların birinci tullantı yerində əsas ionların konsentrasiyası müəyyən edilir.

II kateqoriyalı məntəqələrdə hidroloji və hidrokiyəvi göstəricilər üzrə müşahidələr hər gün (vizual müşahidələr), hər dekadada (qısaldılmış 1 proqramı üzrə), hər ay (qısaldılmış 3 proqramı üzrə) və su rejiminin əsas fazası üzrə (məcburi proqram üzrə) aparılır.

III kateqoriyalı məntəqələrdə müşahidələr hər ay (qısaldılmış 3 proqramı üzrə) və su rejiminin əsas fazaları üzrə (məcburi proqram üzrə) aparılır.

IV kateqoriyalı məntəqələrdə müşahidələr hidroloji və hidrokimyəvi göstəricilərə əsasən su rejiminin əsas fazaları üzrə (məcburi proqram üzrə) aparılır.

Hidroloji və hidrokimyəvi göstəricilər üzrə məcburi müşahidələr, çayın su rejiminə əsasən müəyyən edilir. Su axarlarının əksəriyyəti üçün suyun nümunələrinin götürülməsi ildə 7 dəfə aparılır: daşqınlar zamanı – yüksəlmədə, zirvədə və enmədə, yayın ortasında - ən kiçik sərf zamanı və yağış daşqınları zamanı, payızda buz örtüyündən əvvəl və qışın ortasında.

Məcburi proqram üzrə analiz üçün seçilən su nümunələrinin miqdarı ayrı-ayrı su axarlarının su reyimlərinin xüsusiyyətlərindən asılı olaraq dəyişə bilər:

- uzun müddətli (bir aydan artıq) daşqınlara malik su axarlarından su nümunələri yüksəlmədə, zirvədə, daşqının başlanmasında və sonda (ildə cəmi 8 dəfə) götürülür;

- daşqın rejimi ilə xarakterizə edilən su axarlarında il boyu (ildə ən azı 8 dəfə);

- dayanıqlı yay orta səviyyəli və suyun zəif payız artımında müşahidələrin miqdarı ildə 5-6 dəfə təşkil edir;

- müvəqqəti su axarlarında müşahidələrin sayı ildə 3-4 dəfədən çox deyil;

- dağ rayonlarında su axarlarının növündən asılı olaraq, müşahidələrin sayı 4-11 arasında dəyişir.

Su hövzələrində hidroloji və hidrokimyəvi göstəricilər üzrə aşağıdakı müşahidələr aparılır:

- qışda ən kiçik səviyyədə və buzun ən böyük qalınlığında;

- su hövzəsinin yaz dolmasının əvvəlində;

- maksimal dolma dövründə;

- yaz-payız dövrünün ən kiçik səviyyəsində.

Su axarlarının və su hövzələrinin çirklənmələri üzrə aparılan müşahidələr zamanı, onlar üçün xarakterik olan çirkləndirici maddələr, çirklənmə mənbələri haqqında

məlumatlar və ilkin tədqiqatlar zamanı seçilmiş su nümunələrinin analiz nəticələri əsasında aşkar olunur və tədqiqatlar proqramına daxil edilir.

Müşahidə məntəqələrindən kənarında suyun keyfiyyəti haqqında məlumatların alınması üçün ekspedisiya tədqiqatları aparılır. Bir qayda olaraq, belə tədqiqatlar fəvqəladə hallarda, iş proqramlarının hazırlanmasında suyun keyfiyyəti haqqında məlumatların alınması üçün yerinə yetirilir. Bundan başqa ekspedisiya işləri müşahidə məntəqəsinin müşahidəçi ilə təmin edilmədiyi halda həyata keçirilir.

Səth sularının çirklənmə müşahidəsinin vacib anı, kimyəvi analiz üçün su nümunəsinin götürülməsidir ki, bunu da su səthindən 0,2-0,5 m üfüqdə həcmi 10 litr olan minalanmış vedrə ilə axının hidrokimyəvi (hidroloji) rejiminin müəyyən edilən dərin yerindən götürülməsi təşkil edilir. Batometr və ya su ilə dolu vedrədən pH-ın qiymətini, suda oksigenin, karbon iki oksidinin miqdarını, təyin etməkdən ötrü qablar doldurulur, daha sonra laboratoriyada kimyəvi analiz üçün suda həll olmuş oksigen qeyd edilir, həmçinin, kip keçən probka ilə qablar su ilə doldurulur (sifon vasitəsilə, şüşə qab bağlanmazdan əvvəl ondan suyun ən azı üç həcmində axıdılır) ki, bu zaman OBS₅ təyin edilir. Neft məhsullarının, fenolların, sintetik səthi aktiv maddələrin, ağır metalların, pestisidlərin konsentrasiyasını müəyyən etmək üçün nümunələr ayrıca butıllalara yığılır.

Pestisidlərin miqdarının təyin edilməsi üçün nümunənin götürülməsi 1 litr həcmdə dibəyaxın qatda (3 m dərinliyə kimi) butılka batometri və ya Molçanov batometri vasitəsilə ilə (3 m dərinlikdən çox) yerinə yetirilir.

Qış vaxtı havanın 0 °C-dən aşağı temperaturunda götürülmüş nümunənin temperaturu ölçüldükdən sonra isti otağa aparılır və orada “birinci günün” analizini yerinə yetirirlər.

Çayda su rejiminin tədqiq edildiyi hər bir yerdən kimyəvi analiz üçün götürülən suyun həcmi 7-8 litr təşkil edir. Su nümunələrinin daşınması üçün polietilen və şüşə qablardan istifadə edilir. Butılkanın nəqli zamanı onun salamat çatdırılması üçün probkaya 1-2 sm qalana kimi su doldurmaq lazımdır.

3.4 Torpaq örtüyünün vəziyyətinin müşahidə və nəzarəti

Antropogen mənşəli kimyəvi maddələrin çirklənmə mənbələrinə yaxın (şəhərlərin, sənaye və kənd təsərrüfatı komplekslərinin, avtomagistralların ətrafında və s.) torpaq örtüyünə göstərdiyi təsir daim artır. Torpağı çirkləndirən atmosfer tullantılarının tərkibində makro- və mikroelementlər, qazlar və hidrozollar, mürəkkəb üzvi birləşmələr (piridin, fenol, benzol və s.) yer alır.

Torpaqların antropogen çirklənməsinin neqativ fəsadları artıq regional və hətta qlobal səviyyədə özünü büruzə verir. Ona görə də hal-hazırda torpaqların kimyəvi çirklənmələri üzrə müşahidə proqramlarının işlənilməsi və hazırlanması olduqca aktual bir məsələdir. Belə proqramların yaradılması ilk növbədə torpaqların müasir vəziyyətinin adekvat qiymətləndirilməsini və bu vəziyyətin dəyişmə proqnozunu tələb edir. Belə informasiyanın əldə edilməsi – torpaqların kimyəvi çirklənməsi səviyyəsinin müşahidə sisteminin, yəni antropogen çirkləndirici maddələrin təsirinə məruz qalmış torpaqların vəziyyətinin qiymətləndirilməsindən ibarətdir.

Kənd və şəhər şəraitində torpaqların çirklənmə səviyyəsi üzrə müşahidələrin keçirilmə məzmununun və xarakterinin və onların xarakterləşdirilməsinin öz xüsusiyyətləri vardır. Müşahidə məsələlərinə daxildir:

1) torpaqların kimyəvi çirklənməsinin müasir səviyyəsinin qeyd edilməsi, çirklənmə mənbəyinin

yerləşməsindən və texnoloji parametrlərindən asılı olaraq, torpaqların çirklənməsinin coğrafi qanunauyğunluqlarının və zaman dəyişmələrinin dinamikasının aşkar edilməsi;

2) yaxın gələcəkdə torpaqların kimyəvi tərkibinin dəyişmə tendensiyalarının proqnoz edilməsi və torpaqların çirklənməsinin mümkün fəsadlarının qiymətləndirilməsi;

3) torpaqların çirklənməsi nəticəsində mümkün mənfi nəticələrinin aradan qaldırılması üzrə tədbirlərin tərkibinin və xarakterinin, artıq çirklənmiş torpaqların əsaslı şəkildə yaxşılaşdırılmasına yönəlmiş tədbirlərin əsaslandırılması;

4) maraqlı təşkilatların torpaqların çirklənmə dərəcəsi haqqında informasiya ilə təmin edilməsi;

Yuxarıda deyilən məsələləri nəzərə almaqla, aşağıdakı müşahidələri qeyd etmək olar:

a) rejim müşahidələri, yəni müəyyən zaman müddəti ərzində torpaqlardakı kimyəvi maddələrin miqdar səviyyəsinin sistemativ müşahidələri;

b) atmosfer havası – torpaq, torpaq – bitki, torpaq – su, torpaq – dib çöküntüləri sistemində çirkləndirici maddələrin miqrasiya proseslərini əhatə edən kompleks müşahidələr;

c) profil üzrə torpaqlarda çirkləndirici maddələrin şaquli miqrasiyasının öyrənilməsi;

ç) bu və ya digər təşkilatların sorğuları əsasında müəyyən edilmiş bəzi məntəqələrdə, torpağın çirklənmə səviyyəsinin müşahidələri.

Beləliklə, torpaqların çirklənmə səviyyəsi üzrə aparılan müşahidələrdə hazırkı vaxtda torpaqların çirklənmə səviyyəsi haqqında təsəvvürün alınması ilə yanaşı, həm də gələcəkdə baş verəcək proseslərin inkişaf yolu, o cümlədən torpağın su, istilik, duzluq, bioloji və digər rejimlərini əhəmiyyətli dərəcədə dəyişməyə şərait yaradacaq torpaqların kimyəvi çirklənmə dərəcəsinin azaltmağa imkan verəcək tədbirlərin inkişaf yolları müəyyən edilməlidir.

Eyni zamanda torpaqların çirklənmə vəziyyəti və proqnozu yalnız torpaqların nümunə analizinə əsaslanmamalıdır. Torpaq landşaftın elementidir, ona görə də onun tədqiqi təbii və antropogen kompleksin bütün komponentlərinin, təbii, kənd və şəhər şəraitində çirkləndirici maddələrin toplanma yollarının tədqiqi ilə ayrılmazdır.

Təbii və kənd təsərrüfatı landşaftlarında torpaqların ağır metallarla çirklənmə səviyyəsi üzərində müşahidələrin çöl proqramının həyata keçirilməsindən əvvəl işlərin planlaşdırılmasını aparmaq lazımdır. Yəni, əsas fiziki materialı verəcək torpaq nümunələrinin götürüləcəyi nöqtələrin təqribi sayı müəyyən edilməli, onların ərazi üzrə yerləşmə sxemi tərtib edilməli, çöl marşrutları və ya sahələrin emal edilməsi ardıcılığı göstərilməli, tapşırığın yerinə yetirilməsinin təqvim müddətləri təyin edilməlidir. Bundan əlavə topoqrafik materialın, həmçinin tematik xəritələrin (torpaq, geobotanik, geoloji, geokimyəvi və s.) mövcudluğunu və keyfiyyətini yoxlamaq lazımdır. Ərazidə torpaqların çirklənmə mənbələri haqqında məlumat toplamaq (yerləşməsi, istifadə edilən xammal, istehsal həcmi, tullantılar), həmçinin ehtimal edilən tədqiqatlarda maraqlı olan təşkilatlarla əlaqə yaratmaq lazımdır.

Şəhərlərdə və ətraf ərazilərdə torpaqların ağır metallarla çirklənmə səviyyəsi üzrə aparılan müşahidələr ekspedisiya xarakteri daşıyır, ona görə də bunlara hazırlığın bütün tədbirlərini özündə cəmləşdirir. Ekspedisiya işlərinin aparılma və torpaqların seçilmə müddəti heç bir əhəmiyyət kəsb etmir. Lakin, materialların toplanmasını ilin quru vaxtında, əsas kənd təsərrüfatı bitkiləri məhsulunun yığılması dövründə, yəni yayda və payızın əvvəlində aparmaq əlverişlidir. Geniş stasionar müşahidələrdə nümunələrin seçilməsi ekspedisiya işlərinin vaxtından asılı olmayaraq aparılır. Əvvəllər tədqiq olunmuş ərazilərin torpaqlarının ağır metallarla çirklənmə səviyyəsi üzrə təkrar müşahidələri 5-10 ildən sonra həyata keçirilir.

Kənd təsərrüfatı tərəfindən istifadə edilən sahələrin seçilməsində ilkin işçi sənəd kimi müəyyən miqyaslı (adətən 1:10000) topoqrafik əsas sayılır. Şəhərin (fəhlə qəsəbəsinin) və ya sənaye kompleksinin konturları (sxemi) bir qayda olaraq, topoqrafik əsasdan köçürülmüş ərazi planının mərkəzində yerləşdirilir. Həndəsi mərkəzdən (şəhər, sənaye kompleksi, zavod və s.) pərgar vasitəsilə aşağıdakı məsafələrdə 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2; 3; 4; 5; 8; 10; 20; 30; 50 km çevrələr çəkilir, yəni torpağın ağır metallarla mümkün çirklənmə zonaları qeyd edilir. Torpağın çirklənmə zonasının uzunluğu verilmiş rumbanın (küləklər gülü) küləyinin sürəti və tezliyi, atmosferə atılan tullantıların xarakteri (maddənin sıxlığı, hissəciyin dispersliyi), boruların hündürlüyü, ərazinin relyefi, bitkilər və s. ilə təyin edilir. Tərkibində ağır metallar olan xırdadispers aerosol və qazların xeyli miqdarı atmosferdə qalaraq, böyük məsafələrə köçürülür və planetdəki qlobal dövrəyə daxil olur.

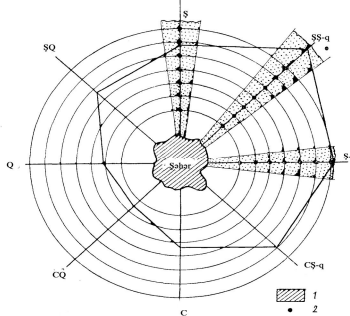
Bu cür hazırlanmış ərazi planına 8-16 rumba üzrə çoxillik küləklər gülünün konturları çəkilir. Ən çox təkrarlanan küləklərə uyğun olan ən böyük vektor, küləktutmayan tərəfdə qeyd edilir; onun uzunluğu 25-30 sm, yəni 25-30 km təşkil edir. Beləliklə, küləklər gülü ilə əmələ gəlmiş kontura sxematik olaraq, ağır metallarla çirklənmiş ərazi daxil edilir (şək.3.2). Radiuslar istiqamətində çirklənmə mənbələrinin yaxınlığında tədricən 1-3 km-ə kimi genişlənən eni 200-300 m olan sektorlar qurulur; sektor oxlarının çevrələrlə kəsişdiyi yerlərdə əsas sahələr yerləşir, onların üzərində isə dayaq kəşik şəbəkələri, nümunələrin götürülməsi üzrə məntəqələr və sahəciklər yerləşdirilir.

Rekoqnossirovka tədqiqatları ərazinin təbii mürəkkəbliyindən, onun tədqiq olunma səviyyəsindən, sahədən və tədqiqat miqyasından asılı olaraq çox və ya az təfərrüatlı marşrut üsulu ilə yerinə yetirilir. Torpaqların ətraflı tədqiqatları zamanı vahid çirklənmə mənbəyi ətrafında sahəni bir-iki dəfə keçmək kifayətdir. Daha böyük sahələrdə (kənd təsərrüfatı

tarlalarının, şəhər ətrafındakı yerlər və s.) rekoqnossirovka tədqiqatları daha çox güc və zaman tələb edir ki, bu da ərazini marşrutlarla əhatə edə bilsin, onu əsas oroqrafik elementlərlə kəşifdirmək mümkün olsun (şək.3.3).

Rekoqnossirovka nəticəsində ərazinin əsas landşaft xüsusiyyətləri, torpaq örtüyünün məkan dəyişikliklərinin ümumi xüsusiyyətləri, əsas formalar, torpaqəmələgəlmələr və s. müəyyən edilir. Paralel olaraq, yerli fond materialı ilə tanış olunur, iqlim və mikroiqlim, son illərin hava şəraiti, insanların xəstəlik səbəbləri, ekosistemdə ağır metal olan xəstələnmələr barəsində məlumatlar toplanır. Əsas işlərin başlanmasından əvvəl ərazinin rekoqnossirovka tədqiqatına sərf edilən iş vaxtının müəyyən sərfi, bir qayda olaraq sonradan aparılacaq çöl işlərinin və vaxtın qənaəti ilə özünü doğruldur.

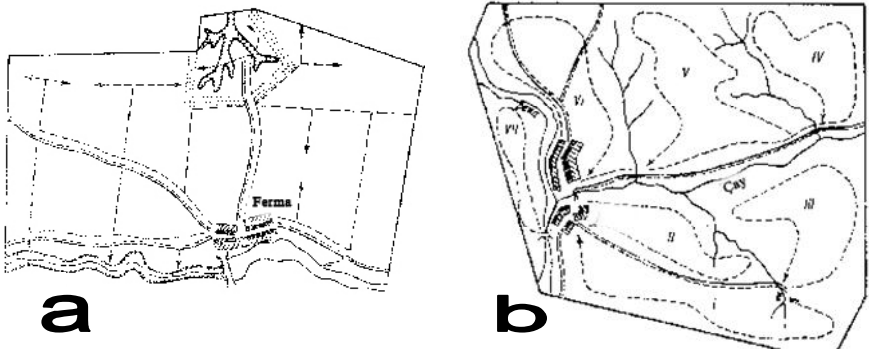
Ərazinin ağır metallarla çirklənmə dərəcəsinin qiymətləndirilməsi böyük əmək məsrəfləri və bahalı olması səbəbindən heç də həmişə çirklənmiş torpaqların başdan-başa çəkilişini tələb etmir. Daha məqsədəuyğun və sərfəli torpaqların hava və su çirklənmə yollarının izlənməsidir, burada sahələrdən torpaqların üst qatlarından götürülmüş nümunələri birləşdirilərək analiz edilir. Daha ətraflı tədqiqatları hava axınları boyu üstünlük təşkil edən sektor-radiuslarda yerləşən sahələrdə yerinə yetirmək lazımdır.



Şək. 3.2. Sənaye mərkəzi ətrafında torpaqların ağır metallarla çirklənməsi müşahidələri zamanı əsas sahələrin yerləşmə sxemi.

Əsas sahə dedikdə verilmiş rayon üçün tipik olan, torpaq və relyef şəraiti, bitkiləri və fiziki-coğrafi mühitin digər komponentləri daim təkrarlanan sahə (1-10 ha və daha böyük) başa düşülür. Əsas sahələrin başlıca hissəsini küləklər gülünün iki ekstremal şüası (rumba) istiqamətində yerləşdirmək lazımdır. Küləklər gülü aşkar şəkildə ifadə edilmədikdə sahələr ərazini küləklər gülünün bütün rumba istiqamətlərində bərabər şəkildə xarakterizə etməlidir. Əgər ağır metalların miqrasiyası su axınları ilə əlaqədar olması barəsində əsas varsa, onda şüaların istiqamətini su miqrasiyası vektoru ilə uyğunlaşdırmaq lazımdır. Sahələrin ümumi miqdarı 15-20 təşkil edir.

Əsas sahələrdə torpaqların çirklənmə prosesləri digər ərazilərə nəzərən daha ətraflı şəkildə aparılır; o, olduqca əmək tutumludur və uzun müddət tələb edir. Ərazidə əsas sahələr elə yerləşdirilir ki, onlar bütün mümkün olan landsaft-geokimyəvi şəraiti, genezisin müxtəlifliyini, torpaqların tərkib və birləşmələrini, tipik biosenozları və əlbətdəki fon və texnogen sahələrini özündə xarakterizə etsin.



Şək. 3.3. Torpaqların çirklənmə səviyyəsinin müşahidəsi zamanı ərazilərin rekoqnosirovka marşrutları: a) təfərrüatlı müşahidələrdə; b) böyük sahələrdə müşahidələr zamanı.

Torpaqların ağır metallarla çirklənmə dərəcəsi səviyyəsinin müşahidələrində bu və ya digər amillərin artması və ya azalması ilə əlaqədar olan dəyişikliklərin müqayisəsi və dəyişmələrin məkanda müxtəlif inqrediyentlərlə torpaqların çirklənmə dərəcələrinin qanunauyğun şəkildə dəyişmələri mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Həmin qanunauyğunluqlar daha aydın şəkildə üstünlük təşkil edən küləyin istiqamətləri boyu bütün ərazini kəsən torpaq-geomorfoloji profillərdə özünü büruzə verir ki, bu da torpaq və mühitlərdə çirkləndirici maddələrin paylanmaları arasındakı bir-birilə bağlı əlaqələrin dərk edilməsinin olduqca dəyərli metodunu təşkil edir.

Torpaq-geomorfoloji profil dedikdə, qabaqcadan müəyyən edilmiş, xəttə çatmağa yönəlmiş yer səthinin dar zolağı başa düşülür ki, onun üzərində bir və ya bir neçə ekoloji amil ilə torpaqların çirklənmə dərəcələri arasında korrelyasiya təyin edilmişdir.

Torpaq-geomorfoloji profillər küləklər gülünün vektorları üzrə qoyulur. Profillər əsas sahələri tam şəkildə əvəz edə bilməz, xüsusən də o hallarda ki, torpaqların çirklənmə dərəcəsinin dəyişməsi mikrorelyefin xarakteri ilə şərtlənir, onların torpaqların çirklənməsi ilə əlaqəsi əyani şəkildə böyük ərazilərdə özünü daha çox büruzə verir. Beləliklə, torpaq-geomorfoloji profillər və əsas sahələr bir-birlərini tamamlamalıdır.

Həqiqətən müəyyən edilmişdir ki, atmosfer vasitəsilə torpaq örtüyünü çirkləndirən texnogen tullantılar torpağın üst qatlarında toplanırlar. Ağır metallar bir qayda olaraq səthdən birinci 2-5 sm-də toplanır. Aşağıda yerləşən üfiqlərin çirklənməsi torpağın becərilməsi (şumlanması, kultivasiya, malalanması), həmçinin çatlar vasitəsilə diffuz və konvektiv daşınması, torpaq heyvanları və bitkilərin gedişləri vasitəsilə baş verir. Ona görə də torpaq örtüyünün ağır metallarla çirklənməsinin dəqiq təsvirini torpaq nümunələrini dərinliyi 0-10 və 0-20 sm şumlanmış yerdə və 0-2,5; 2,5-5,0; 5-10; 10-20;

20-40 sm dərinlikli xammal torpaqlarda və köhnə qalmış yerlərdən torpaqların nümunələrinin seçilməsi ilə əldə edilə bilər.

Birləşdirilmiş nümunə bir qayda olaraq konvert metodu ilə tərtib edilir. Torpaqların ilkin emalı ilə əlaqədar olan bütün növbəti əməliyyatlar əvvəldə təsvir edilmiş torpaqların pestisidlərlə çirklənməsi zamanı yerinə yetirilən nəzarət zamanı həyata keçirilən əməliyyatlarla analojidir. Torpaq nümunələrinin seçilməsi yerinə yetirildikdən sonra o, analizdən ötrü laboratoriyaya göndərilir. Hər bir nümunə talonla təchiz edilir, burada torpağın özü haqqında və onun götürülmə şəraiti haqqında tələb edilən bütün lazımı məlumatlar verilir. Müşayətedici talonda nümunənin sıra nömrəsi, nümunənin götürülmə günü, ayı və ili, həmçinin ya məntəqənin faktiki adı ya da ki, işçi jurnalda məntəqənin şifrələnmiş nömrəsi və ya şərti işarəsi göstərilir.

Şəhər şəraitində torpaq nümunələrinin seçilməsi elə miqyaslı kvadrat tor üzrə aparılmalıdır ki, bu 100 ha sahədə 5-6 torpaq nümunəsinin götürülməsi tezliyini təmin etsin. Torpaq nümunələrinin belə tezliklə götürülməsi şəhər ərazisində çirklənmiş torpaqların xəritəsinin yaradılması üçün məlumatların alınmasını təmin edir. Nümunələrin seçilməsi 20 sm dərinlikdən, tərəfləri 5-10 m olan konvert metodu ilə yerinə yetirilir.

Ağır metallarla torpaqların çirklənmələrinin tədqiqi zamanı ağır metallarla çirklənmələrin xüsusi xəritələri – torpaq texniki kimyəvi xəritələri tərtib edilir. Belə xəritələrdə qəbul edilmiş sistematika üzrə torpaqların tipləri, alttiplər, növ və növ müxtəlifliyi göstərilməklə yanaşı, torpaqların müxtəlif inqrediyentlərlə çirklənmə dərəcəsi göstərilir.

Torpaqların çirklənmə xəritələri dedikdə, müxtəlif dərəcədə çirklənmələr və onların birləşmələrinin tipik, müəyyən ümumiləşdirilmiş riyazi paylanmasının müstəvi üzərində kiçildilmiş təsviri başa düşülür. Çirklənmə xəritələri

torpaq xəritələrinin bir növünü təşkil edir və onlar tematik xəritələr qrupuna aid edilir. Tematik xəritələrdə daha tam şəkildə əsas xəritələşdirilən obyekt təsvir edilir, baxılan halda bu müxtəlif inqrediyentlərlə çirklənmiş torpaqlardır. Landşaftın digər komponentləri daha az təfərrüatla seçilir (xəritələşdirilir), ümumi şəkildə göstərilir, ya da ki, ümumiyyətlə xəritədə göstərilir.

Çirklənmiş torpaqların xəritəsinin tərtib edilməsi çöl şəraitində toplanmış torpaq nümunələrinin nəzərdən keçirilməsi və analitik emalından, tədqiqat obyektinə barəsində ədəbiyyatdan, hesabat və digər məlumatlardan toplanmış bütün materialların müqayisəsindən sonra yerinə yetirilir. Çirklənmiş torpaqların xəritəsinin tərtib edilməsi prosesi aşağıdakı mərhələlərdən ibarətdir: 1) topoqrafik xəritənin hazırlanması; 2) torpaqların çirklənmə dərəcəsi şkalasının işlənməsi; 3) çöl işləri və digər materiallar əsasında torpaq konturlarının korrektə edilməsi, çirklənmiş torpaqların konturlarının və əlavə işarələnmələrin hazırlanmış topoqrafik əsasda çəkilməsi; 4) xəritənin və torpaqların çirklənmə şərtlərini xarakterizə edən əlavə işarələnmələrin tərtib edilməsi.

Çöl tədqiqatları üçün nümunələrin götürülmə nöqtələrinin əlaqələndirilməsi üçün istifadə edilən ən çox dayaq nöqtələrinə malik olan və müxtəlif dərəcədə çirklənmiş torpaqların sərhədlərinin çəkilməsi üçün tam topoqrafik əsasdan istifadə edilir. Çirklənmiş torpaqların xəritəsinin tərtib edilməsində onun üzərində yalnız yüklənmənin müəyyən hissəsi saxlanılır ki, torpaqların çirklənmə dərəcəsini işarələndirilməsindən ötrü yer qalsın. Şərti işarələnmələrin seçilməsində nəzərə almaq lazımdır ki, torpaq əsasən ilk növbədə əraziyə bağlanmanı təmin etməli, ikincisi ərazinin təbii xüsusiyyətlərini elə dərəcədə əks etdirməlidir ki, (relyef, biki örtüyü, hidroqrafiya və s.) kartoqrafiyada qəbul edilmiş təsviri vasitələr buna imkan versin; üçüncüsü isə insanın təsərrüfat fəaliyyəti mümkün qədər daha çox əks etdirdirsin. Ona

görə çirklənmiş torpaqların təfərrüatlı və irimiqyaslı xəritələrində kənd təsərrüfatı yerləri, sahələri və çöl yolları və s. işarələnmələrini saxlamaq lazımdır.

Müxtəlif inqrediyentlərlə torpaqların çirklənmə dərəcəsinin qiymətləndirilməsi və coğrafi xəritənin çəkilməsi üçün məsələn, torpaqların aşağıdakı çirklənmə dərəcəsi şkalasından istifadə edilə bilər (nisbi vahidlərdə):

Çirklənməmiş	< 1
Zəif çirklənmiş	1-3
Orta çirklənmiş	3-5
Güclü çirklənmiş	> 5

Torpaqların çirklənmə dərəcələrinin müvafiq hesablamalarının aparılmasından sonra hazırlanmış topoqrafik əsasa təklif edilən torpaqların çirklənmə dərəcəsi şkalası nəzərə alınmaqla, konturların çəkilməsinə başlanır. Əvvəlcə yoxlanmış xəritə-əsas bu və ya digər ağır metalla çirklənmiş torpaqların çirklənmə dərəcəsinin rəqəm qiymətləri köçürülür.

Torpaqların hər bir çirklənmə dərəcəsi şkalasının hər bir qiymətinə xəritədə müəyyən rəng və ya ştrixlənmə uyğun gəlməlidir. Rənglərin şkalası ən kiçiyindən başlayaraq (fon) aşağıdakı kimidir: mavi – yaşıl – sarı – narıncı – qırmızı. Hər bir element üçün ayrıca xəritə tərtib edilir. Nəzarət edilən elementlərin sayı az olduqda (2-3 element) ümumiləşmiş xəritələr tərtib etmək olar.

Çirklənmiş torpaqların xəritəsi izah edici yazı ilə müşayət edilir, burada regionun bütün fiziki-coğrafi şəraiti, həmçinin meteoroloji şərait şərh edilir və çirklənmə mənbələrinin xarakteristikaları verilir. Analizin nəticələri cədvəl formasında təqdim edilir və çirklənmiş torpaqların xəritələri ilə birlikdə müvafiq təşkilatlara təyinatı üzrə istifadə edilməsi məqsədilə göndərilir.

4. BİOLOJİ MONİTORİNG

4.1. Bioloji monitoring haqqında ümumi təsəvvürlər

4.1.1. Abiotik və biotik göstəricilər üzrə ətraf mühitin vəziyyətinin qiymətləndirilməsinin imkanları, üstünlükləri və çatışmazlıqları

Mühitin və sistemin antropogen dəyişikliklərinin qiymətləndirilməsi həm onların abiotik, həm də biotik (biotanın müxtəlif xarakteristikalarının müəyyənəndirilməsi, analizi və şərhə əsasən) parametrləri üzrə yerinə yetirilə bilər. Hər iki yanaşmanın üstünlükləri və çatışmazlıqları vardır (cədv. 4.1).

Cədvəl 4.1

Abiotik və biotik göstəricilər üzrə ətraf mühitin vəziyyətinin qiymətləndirilməsinə (ƏMVQ) yanaşmaların üstünlükləri və çatışmazlıqları

№	Yanaşma	Üstünlüklər	Çatışmazlıq	Nümunələr
1	2	3	4	5
1	Abiotik göstəricilər üzrə qiymətləndirmə	Bir sıra konkret amillərin qiymətləri məlumdur	Qiymətləndirmə aşağıdakılara görə dəqiq deyil: 1. BBK sisteminin ümumi çatışmazlıqlarına görə 2. nəzərə alınmış amillərin payının az olması 3. amillərin qarşılıqlı effektinin nəzərə alınmaması 4. mühitin fon xüsusiyyətlərinin nəzərə alınmaması	BBK və CMTTS siyahıları ISO 10304-1:1992, 10703:1997, 11732:1997, və s.
2	Biotik göstəricilər üzrə qiymətləndirmə	Metodların əksəriyyəti	Hədd qoyulması amilləri və onların	ISO 9998:1991, 10707:1994,

	mətləndirmə	kifayət qədər etibarlı qiymətləndir məni təmin edir	qiymətləri məlum deyildir	11733:1995, 10705:1995, Vudivissa metodu, saprobluq şka-və s.
3	Ayrı-ayrılıqda biotik və abiotik göstəricilər üzrə, nəticələrin müqayisəsi	Qiymətləndir mənin etibarlılığı 1, 2-dən fərqli olaraq abiotik və biotik göstəricilərin müqayisəsinə görə yüksəkdir. Bir sıra amillərin qiymətləri məlumdur.	Hədd qoyulma amillərin nəzərə alınmaması ehtimalı əhəmiyyətli olaraq qalır. Hədd qoyulma amillərlə mühitin vəziyyətinin determinasiyası qanunauyğunluqları naməlum olaraq qalır.	“Təbiətin qorunması ΓOCT-ları (17.1.3.07-82, 17.1.3.08-82, və s.), SNvəQ 2.1.4.559.-96, “Belçika” metodu və s.
4	Biotik və abiotik göstəricilər əsasında qiymətləndirmə	Hədd qoyulma amilləri və onların təsir qanunauyğunluqları təyin edilir. ƏMVQ-nin etibarlılığı maksimaldırE koloji normallaşdır-və mühitin tənzimləməsi üçün ən yaxşı əsas.	Ən böyük əmək tutumu, ekoloqların ixtisaslarına ən yüksək tələblər.	Şirin su və meşə ekosistemlərin bəzi ekoloji normativləri

Abiotik parametrlər mühitin tərkibini, onun konkret neqativ dəyişikliklərini bilavasitə xarakterizə etdiyindən əlverişlidir, özü də ciddi şəkildə kəmiyyət ifadəsinə malikdir. Lakin, onlara əsasən mühitin tam xarakteristikasını almaq mümkün deyildir, çünki:

1) Əsas məsələ aydın olmayaraq qalır: abiotik şərait ümumilikdə biotanın tələblərinə nə qədər cavab verir.

2) Ekosistemə müasir antropogen təsirlər bir qayda olaraq olduqca mürəkkəbdir. Tədqiqatçının təyin etdiyi abiotik parametrlərin sayı nə qədər çox olmasına baxmayaraq, tam təminat yoxdur ki, bütün təsiredici amillər nəzərə alınsın.

3) Ekosistemlərin reaksiyası nəinki amillərin tərkibindən, həm də onların qarşılıqlı təsirlərin mürəkkəb effektindən də asılıdır.

Bu isə yalnız abiotik parametrlərə görə mühitin keyfiyyətinin və onun antropogen dəyişikliklərinin ekosistemin vəziyyətinin qiymətləndirilməsinin effektivliyini məhdudlaşdırır.

Biotik parametrlərdən istifadə edilmənin üstünlüyü onların böyük etibarlığında və obyektivliyindədir. Biotanın vəziyyəti abiotik mühitin ümumi vəziyyəti ilə müəyyən edilir və istənilən mənşəli neqativ təsirlərin tam şəkildə nəzərə alınması dərəcəsiindən və onların tədqiq dəyişməsiindən asılı olmayaraq müəyyən edilir.

Bundan başqa biota ətraf mühitin vəziyyətinin güclü tənzimləyicisiidir. İstənilən, hətta biotanın cüzi xarici pozulmaları ətraf mühitin parametrlərinin real kəskin, gözlənilməyən, o cümlədən insan üçün vacib olan tez-tez qəza dəyişikliklərinə səbəb ola bilər.

Bütün bunlar biotanın monitoring obyektini kimi və ətraf mühitə təsirin qiymətləndirilməsinin xüsusi vacibliyini müəyyən edir. Lakin, ümumiyyətlə neqativ təsiri adekvat şəkildə əks etdirərək biotanın vəziyyəti və dəyişiklikləri məhz hansı amillərlə onların yaranmasını izah etmir.

Adekvat ekoloji normallaşdırmaqdan ötrü təkcə ekosistemin ən vacib abiotik və biotik göstəricilərini seçmək, həm də *mühitin dəyişikliklərinə biotanın reaksiyasının qanunauyğunluqlarını mütləq nəzərə almaq* lazımdır. Yalnız bu cür müəyyən etmək mümkündür ki, hansı abiotik amillər və

hansı dərəcədə məhdudlandırılır və onların qiymətlərini necə dəyişmək lazımdır ki, ümumi təsir səviyyəsi icazə verilən qiymətə kimi çatdırılsın.

Bu halda bütün sistemin vəziyyəti biotik göstəricilərin nəzərə alınması və analizi nəticələrinə görə ümumilikdə kifayət qədər etibarlı şəkildə qiymətləndirilir, fiziki-kimyəvi xarakteristikaların birbaşa qiymətləndirilməsi isə antropogen amillərdən məhz hansılar ətraf mühiti daha güclü sürətdə korlayır və bunun necə baş verməsinin aydınlaşdırmağa imkan verir.

4.1.2. *Bioloji monitoring ekoloji monitoringin tərkib hissəsi kimi*

Bioloji monitoring (qısaca – ***biomonitorinq***) üç əsas məsələnin həlli üçün nəzərdə tutulmuşdur.

1) *Biotanın saxlanması üzrə fəaliyyətin informasiya təminatı*: biosferin (biosistemin təşkilinin müxtəlif səviyyələrində) biotik tərkib hissəsinin vəziyyətinin müəyyən edilməsi və onun antropogen təsirə qarşı göstərdiyi reaksiya. Biotanın vacib mühit yaradıcı rolunu nəzərə almaqla (4.1.1 bölməsi) aydın olur ki, sonuncunun saxlanması bəşəriyyət üçün praktiki əhəmiyyətə malikdir. Baxılan problemin etik və estetik aspektlər də aşkardır.

2) *Biotik parametrlər üzrə ətraf mühitin vəziyyətinin qiymətləndirilməsi*. xüsusi rol Mühitin başlanğıc mərhələlərinin aşkar edilməsi xüsusi rol oynayır, bunlara qarşı biota bir çox komponentlərə insandan daha çox həssasdır.

3) *Biotada müxtəlif inqrediylərin tərkibinin tədqiqi* bioloji monitoringə kifayət qədər şərti aiddir; bu daha çox müxtəlif mühitlərdə pollyutantların tərkibinin müəyyən edilməsinin tərkib hissələrdən birini təşkil edir.

Bundan başqa ətraf mühitin qorunması üzrə fəaliyyətin konkret istiqamətlərinin informasiya təminatı üçün bioloji monitorinqin çoxlu sayda xüsusi formaları da mövcuddur.

Biomonitorinqin xüsusi altsistemi kimi, konkret bioloji növlərin populyasiyalarının monitorinqi qəbul edilir. Müşahidələrin aparılma istiqamətləri:

- mühityaradıcı populyasiyalar üzrə, bütün ekosistemin mövcudluğu üçün lazımlıdır (məsələn, meşə ekosistemlərində ağacların üstünlük təşkil edən populyasiyaları);

- indikator-populyasiyalar üzrə, antropogen təsirə daha həssas olan bu və ya digər ekosistemin rifah dərəcəsini özünün vəziyyəti ilə yaxşı xarakterizə edir;

- böyük təsərrüfat dəyərə malik olan populyasiyalar üzrə (məsələn, qiymətli balıq növləri).

Son zamanlar **genetik monitorinqin** rolu artmaqdadır (müxtəlif populyasiyaların genetik fondunda mümkün olan dəyişikliklərin müşahidəsi).

Su bioehtiyatların monitorinqinə daxildir:

- balıqçılığa mənsub olan obyektlərdə heyvan aləmi obyektlərinin monitorinqi;

- ölkənin ovluq balıqçılığı sahə kadastrının aparılması;

- ölkənin su hövzələri bioehtiyatlarının və onların yaşama mühitinin çirklənmə vəziyyətinin monitorinqi (bioməhsuldarlığın okeanoloji əsaslarının, ovçuluğun proqnozu və daha dəyərli hidrobiontların qorunmasının öyrənilməsi məqsədi ilə);

4.1.3. Bioindikasiya və biotestdən keçirilmə

Bioto xarakteristikalarına görə mühitin vəziyyətinin qiymətləndirilməsinin iki müxtəlif metodoloji yolu mövcuddur: biotestdən keçirilmə və bioindikasiya.

Biotestdən keçirilmə - təbii və ya laboratoriya şəraitində eksperimentin qoyulması yolu ilə təbii proseslərə aktiv surətdə müdaxilə edilməsində mühitin keyfiyyətinin

qiymətləndirilməsidir. Biotestdən keçirilmənin mahiyyəti üzərində təcrübə aparılan heyvanların sınaqdan keçirilən mühitlə qarşılıqlı təsirlərin nəticələrinin (“*test-obyektlər*”) müəyyən edilməsindən ibarətdir. Tədqiq olunan mühitlərdə təcrübələrin müxtəlif davam etmə müddətlərində test-obyektlərin xarakteristikalarının dəyişmələrini müqayisə etməklə mühitin zərərli təsir dərəcəsi barədə mühakimə yürüdülmür. Məsələn, su mühiti üçün standart test-obyektləri kimi *Esherichia coli* bakteriyaları, *Paramecium* və *Tetrachimena* nəsildən olan infuzoriyaları, *Daphnia magna* avarayaqlı xərçənglər, qızılbalıq fəsiləsindən olan kürü və sürfələrindən və s. istifadə edirlər. Ətraf mühitin neqativ təsiri test-obyektlərin yaşama qabiliyyəti, davranış xüsusiyyətləri, orqanizmlərin morfoloji dəyişiklikləri ilə qiymətləndirilir.

Bioindikasiya – biotanın bu və ya digər yaşayanlarının təbii proseslərə aktiv surətdə (eksperimental) təsir etməyərək onlara müşahidə edilməklə mühitin vəziyyətinin keyfiyyətinin qiymətləndirilməsindən ibarətdir. Belə müşahidələrin obyektləri kimi (***bioindikatorlar***) müxtəlif səviyyədə təşkil olunmuş biosistemləri göstərmək olar. Mühitin keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi ***bioindikator əlamətlərinə*** görə yerinə yetirilir – bu, müşahidə edilən biosistemlərin elə xarakteristikaları üzrə aparılır ki, onlar daha tam və dəqiq surətdə onların salamatlığını əks etdirsin.

Monitoring tədqiqatlarının əsasını eksperiment deyil, müşahidə təşkil etdiyindən, bioloji monitoringin əsas metodologiyasını bioindikasiya təşkil edir. Buna baxmayaraq, çöl və laboratoriya şəraitində biotestdən keçirilmənin bəzi metodlarından da mühitin keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi və onun antropogen dəyişikliklərin aşkar edilməsindən ötrü istifadə edilir.

Ətraf mühitin amillərinə biosistemin kəmiyyətə tədqiqi və reaksiyanın normallaşdırılması məqsədi ilə bioindikasiya və

biotestdən keçirilmədə aşağıdakı əsas anlayışlardan istifadə edilir:

1) **Məhdudlaşdırmış ekoloji amillər məkanı** – evklid məkanıdır, onun koordinatları biosistemi məhdudlaşdıran ekoloji amillərlə müqayisə edilir və ümumi sayı n :

$$\varepsilon_n = \{(X_1, X_2, \dots, X_n, \dots)\}.$$

2) **Biosistemin ekoloji amillərə cavabvermə funksiyası.**

Biosistemin ekoloji amillərə reaksiyası onun müxtəlif xarakteristikalarının müvafiq dəyişkənliyi ilə qiymətləndirilir. Biosistemin xarakteristikalarının qiymətlətinin n ekoloji amillərdən asılılığı həmin amillərin: $f(X_1, X_2, \dots, X_n)$ bu funksiyanın müvafiq **cavabvermə funksiyası** ilə ifadə edilir. Bu zaman n imperativ (X) ekoloji amillərdən birinə biosistemin xarakteristikasının cavabvermə funksiyası (digər amillərin bəzi qeyd edilmiş qiymətlərində) həmin amilə (digər amillərlə birlikdə təsiri zamanı) isə **xüsusi cavabvermə funksiyası** - $f(X)$ deyilir.

3) **Ekoloji amillərdən biosistemin rifah funksiyası.**

Aydın məsələdir ki, biosistemin heç də hər bir xarakteristikası onun ümumi vəziyyəti, rifah dərəcəsini əks etdirmir. Deməli, cavabvermənin bütün funksiyaları ekoloji amillərin biosistemin reaksiyasının qiymətləndirilməsindən ötrü istifadə edilməyə bilər. n imperativ amillərin qiymətlərinin müxtəlif birləşmələrində biosistemin ekoloji amillərinin ümumi və tam şəkildə kifayət qədər sağlamlığını əks etdirən biosistemin cavab funksiyası həmin amillərdən: $f_6(X_1, X_2, \dots, X_n)$ tədqiq olunan biosistemin **rifah funksiyası adlanır**. Ekoloji amillərdən asılı olan rifah funksiyası kimi istifadə edilən müxtəlif dərəcəli biosistemlərin xarakteristikaların nümunələri aşağıda 4.2 bölməsində verilmişdir. Biosistemin n imperativ ekoloji amillərin (X) birindən rifah funksiyası həmin amildən $f_s(X)$ onun **xüsusi rifah funksiyası adlanır**.

4) **İzobola** (yunan sözü "ισος" – bərabər və "βολος" – dəyişiklik) – biosistemə bərabər dərəcədə təsir göstərən bütün

məhdudlaşdırıcı amillərin birləşməsinin məcmusudur (yəni rifah funksiyasına daim müəyyən qiymətini şərtləndirir).

4.2. Müxtəlif dərəcəli bioloji sistemlərin bioloji indikator xarakteristikaları

Bioindikasiya üçün müxtəlif dərəcəli biosistem göstəricilərindən istifadə edilə bilər. Adətən, bioloji indikator kimi istifadə edilən biosistemin dərəcəsi nə qədər aşağı olarsa, mühitin təsiri barəsində nəticələr bir o qədər xüsusi ola bilər və əksinə.

4.2.1. Orqanizm və suborqanizm strukturları

Suborqanizm dərəcəli biosistemlərə molekulyar və molekulyar komplekslər (zülallar, nuklein turşuları və s.), hüceyrə orqanoidləri, hüceyrələr, toxuma, orqanlar və orqan sistemləri daxildir. Bioindikasiya üçün aşağıdakı xarakteristikalar daha səciyyəvidir:

- toxumaların kimyəvi tərkibi;
- fermentlərin tərkibi, strukturu və funksional aktivlik dərəcəsi;
- hüceyrə orqanoidlərin struktur-funksional xarakteristikaları;
- hüceyrələrin ölçüləri, onların morfoloji xarakteristikaları, aktivlik səviyyəsi;
- histoloji göstəriciləri;
- toxuma və orqanlarda pollyutantların konsentrasiyası;
- mutasiyaların tezliyi və xarakteri, kanserogenez, eybəcərlik.

Mühitin amillərinin teratogen effekti – test-orqanizmlərdə müxtəlif eybəcərlik, inkişafın qüsurların əmələ gətirməsi qabiliyyətidir. Teratogen təsirlərin fəsadları müxtəlifdir: bəzi hallarda teratogenez yalnız hüceyrə orqanoidlərində, ayrı-ayrı hüceyrələrdə, digər hallarda isə toxumalara, orqanlara və bütün orqanizmə təsir göstərir. Ətraf

mühitin vəziyyətinin bioindikasiyası və onun antropogen dəyişiklikləri üçün orqanizmin çoxsaylı struktur (anatomik) və funksional (fizioloji) xarakteristikaları böyük rol oynayır. Bu göstəricilər “Ümumi ekologiya”, “Fiziologiyanın əsasları” və “Toksikologiya” fənnləri üzrə mühazirə kurslarında nəzərdən keçirilir.

4.2.2. Populyasiyalar

Bioindikasiya və biotestdən keçirmədə rifah funksiyası kimi aşağıdakı statistik və dinamik populyasiya xarakteristikalarından istifadə edilir (cədv. 10)

Cədvəl 4.1

Populyasiyaların əsas bioindikasiya xarakteristikaları

Xarakteristika	Ölçüsü
Statistik xarakteristikalar (t zaman anında)	
Sayı: n_t – populyasiyada fərdlərin ümumi miqdarı.	nüsxə
Sıxlığı: N_t – həcm vahidində və ya sahə vahidində fərdlərin miqdarı.	$nüs. \times [sah.]^{-1}$, $nüs. \times [həcm]^{-1}$
Biokütlə: B_t – həcm vahidində və ya sahə vahidində fərdlərin ümumi kütləsi.	$[k.] \times [sah.]^{-1}$, $[k.] \times [həcm]^{-1}$
Fərdin orta kütləsi: W_t – biokütlə və sıxlığın nisbəti (ölçü-çəki strukturunun sadə xarakteristikası; daha dəqiq qiymətləndirməni onun histoqramı verir).	[k.]
Müxtəlif cins fərdlərin nisbəti (populyasiyanın sadə cins strukturunun xarakteristikası).	—
Fərdlərin məkan üzrə qeyri-bərabər paylanmasının göstəriciləri (sadə xarakteristika: σ^2 / \bar{N}_t – populyasiyanın sıxlığının dispersiya və orta hesabı nisbəti və s.).	—
Dinamik xarakteristikalar ($\Delta t = t_2 - t_1$ dövrü ərzində)	
Populyasiya sıxlığının mütləq dəyişmə sürəti: $dN/dt = (N_2 - N_1) \times \Delta t^{-1}$; N_1 və $N_2 - t_2$ və t_1 anlarında N_t - nin qiymətləri.	$nüs. \times [sah.]^{-1} \times [zam.]^{-1}$, $nüs. \times [həcm.]^{-1} \times [zam.]^{-1}$
Populyasiya kütləsinin mütləq dəyişmə sürəti: $dB/dt = (B_2 - B_1) \times \Delta t^{-1}$; B_1 və $B_2 - t_2$ və t_1 anlarında t_1 qiyməti.	$[k.] \times [sah.]^{-1} \times [zam.]^{-1}$, $[k.] \times [həcm.]^{-1} \times [zam.]^{-1}$
Populyasiya sıxlığının nisbi dəyişmə sürəti: $r_N = dN/dt \times \bar{N}^{-1}$; $\bar{N} - \Delta t$ dövrü ərzində orta sıxlıq.	$[zam.]^{-1}$

Populyasiya biokütləsinin nisbi dəyişmə sürəti: $r_B = dB/dt \times B^{-1}$; $\bar{B} - \Delta t$ dövrü ərzində orta biokütlə.	[zam.] ⁻¹
Xüsusi doğum sayı: $b = N_b \times \bar{N}^{-1} \times \Delta t^{-1}$; N_b – yeni fərdlərin Δt zaman ərzində anadan olması münasibəti ilə populyasiya sıxlığının artımı.	[zam.] ⁻¹
Xüsusi ölənlərin sayı: $d = N_d \times \bar{N}^{-1} \times \Delta t^{-1}$; $N_d - \Delta t$ dövrü ərzində fərqlərin məhvi ilə əlaqədar olaraq populyasiya sıxlığının azalması.	[zam.] ⁻¹
Növün “biotik potensialının” reallaşdırma payı: ($r_{N \max p.} / r_{N \max}$) – r_N tədqiq olunan populyasiyanın maksimal qiymətinin ($r_{N \max p.}$) və növün “biotik potensialının” (ideal şəraitdə verilmiş növün r_N maksimal qiymətinin nisbəti.	—
Fundamental \mathfrak{R}_f və reallaşdırılmış \mathfrak{R}_r Xatçinson nişlərinin nisbəti: ($\mathfrak{R}_f/\mathfrak{R}_r$)	—
Populyasiya məhsulu: $P_{\Delta t} = B_1 - B_2 + B_{el}$; $B_{el} - \Delta t$ dövrü ərzində populyasiyadan eliminasiya olunmuş biokütlə (yəni fərdlərin məhvi və ya mühacirliyi nəticəsində çıxarılmışdır)	[k.]×[sah.] ⁻¹ , [k.]×[həcm.] ⁻¹ , [en.]×[sah.] ⁻¹ , [en.]×[sah.] ⁻¹
Populyasiyanın məhsuldarlıq sürəti: $P_t = - \Delta t$ dövrü ərzində populyasiya tərəfindən orta yaranma sürəti	[k.]×[sah.] ⁻¹ ×[zam.] ⁻¹ , [k.]×[həcm.] ⁻¹ ×[zam.] ⁻¹ , [en.]×[sah.] ⁻¹ ×[zam.] ⁻¹ , [üen.]×[həcm.] ⁻¹ ×[zam.] ⁻¹
İşarələnmələr: nüs. – [k.], [en.], [sah.], [həcm.], [zam.] – müvafiq olaraq nüsxələr, kütlə, enerji, sahə, həcm, zaman vahidləridir.	

4.2.3 Çoxnövlü biosistemlər (qruplar, ekosistemlər)

Təbii ekosistemlərin bütün biotasının tədqiqi adətən hətta biologların böyük kollektivi üçün də çox çətin bir məsələdir. Əgər hətta ekosistemin biomüxtəlifliyi nisbətən böyük olmasa belə, biotanı çoxlu sayda sistematik qrupların nümayəndələri təşkil edirlər. Onların əksəriyyəti üçün növ diaqnostikası olduqca yüksək ixtisas tələb edir və az saylı sistemçi

mütəxəssislərə buna nail olmaq nəsb olur. Ona görə də artıq birinci növbəli məsələ biotanın tam növ tərkibinin müəyyənləşdirilməsi bütün sistematik qruplar üzrə eyni zamanda aparıcı mütəxəssislərin cəlb edilməsini tələb edir. Daha real məsələ bütün biotanın deyil, konkret qrupların tədqiq edilməsidir. **Qrup** və ya senoz (yunanca "χοινος" – birgə, birlikdə) – müəyyən kateqoriyadan olan məkanın müəyyən sahəsində məskunlaşan canlı orqanizmlərin məcmusundan ibarətdir. Nəzərə alınan orqanizmlərin kateqoriaları və tədqiq edilən məkanın sahəsi tədqiqat məqsədinə münasib şəkildə ixtiyari qaydada seçilə bilər. Əgər hər hansı bir qrup tədqiq olunan təsirə həssasdırsa və bütün biotanın ona göstərdiyi reaksiyası haqqında mühakimə yürütməyə imkan verirsə, onda bioindikator kimi uğurla istifadə oluna bilər.

Bioindikasiya zamanı qrupların aşağıdakı xarakteristikalarından istifadə edilir.

Statistik xarakteristikalar.

Növ tərkibi (qrupun bioloji növlərinin siyahısı) - əsas kəmiyyət xarakteristikadır.

Növ bolluğu – qrupdakı növlərin miqdarı.

Bolluq göstəriciləri: sayı, sıxlığı, qrupun biokütləsi (müvafiq populyasiya parametrlərinə analoji olaraq).

Struktur xarakteristikaları cəmiyyətin struktur göstəriciləri, bolluq göstəriciləri cəminin nisbəti:

➤ müxtəlif növlər (növ müxtəlifliyi) və ya daha böyük taksonlar;

➤ müxtəlif qidalanma strategiyaların nümayəndələri (trofik struktur);

➤ müxtəlif ölçülərə malik fərdlər (kütləli) (ölçü-çəki strukturu);

➤ müxtəlif senotik strategiyalı növlər (məsələn, r və K-strategiyalar, violentlər, patientlər və eksplerntlər);

➤ təsirlərə müxtəlif həssaslığa malik növlər (evribiontlar və stenobiontlar);

➤ müxtəlif davranışlı növlər və s.

Əgər qruplar bir göstəricinin kəmiyyət dərəcələrinə görə seçilirlərsə (məsələn, ölçüsü, kütləsi), qrupun strukturu aşağıdakılarla ifadə edilir:

- **histoqramla** (məsələn, ölçü və ya çəki strukturuna görə)

- və ya **qrup üçün ümumilikdə verilmiş göstəricinin orta qiymətinə görə** (məsələn, qrupun biokütləsinin və sıxlığının nisbəti qrupdakı fərdlərin orta kütləsi kimi).

Əgər qruplar **keyfiyyət** əlamətlərinə görə (məsələn müxtəlif qidalanma strategiyaların, müxtəlif növlərin və ya daha böyük taksonların və s. nümayəndələri) seçilirlərsə, qrupun strukturu aşağıdakılarla ifadə edilir:

- verilmiş əlamət – xarakteristika **müxtəlifliyi ilə** seçilmiş qrupların (n) ümumi miqdarı və bu qrup nümayəndələrinin hər hansı bir bolluq göstəricilərinin nisbəti ilə.

X_i – i qrupunun bolluq göstəricisinin qiyməti, X – ümumilikdə həmin göstəricinin bütün qrup üçün cəm qiyməti (göstərici

mütləq additivdir: $X = \sum_{i=1}^n X_i$).

Müxtəliflik indeksinin variantları:

Simpson:

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n X_i \times (X_i - 1)}{X \times (X - 1)} \quad [\text{ölçüsüz}]$$

Bryuelen:

$$D = \frac{1}{X} \times \log_2 \left(\frac{X!}{\prod_{i=1}^n X_i!} \right) \quad [\text{bit} \times (X \text{ göstəricisinin ölçü}$$

vahidi)⁻¹]

Marqalef:

$$E = 1.443 \ln \left(\frac{X!}{\prod_{i=1}^n X_i!} \right) \text{ [ölçüsüz].}$$

Daha məntiqi və ekologiyada və digər elmlərdə geniş istifadə edilən Şennonun müxtəliflik indeksi

$$H = - \sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i}{X} \times \log_2 \frac{X_i}{X} \right) \text{ [bit} \times (X \text{ göstəricisini ölçü vahidi)}^{-1}\text{].}$$

Şennon indeksi daha tez-tez cəmiyyətin növ müxtəlifliyi N (H_N)-ni, daha az bəpöktlə üzrə (B) (H_B) qiymətləndirilməsi üçün istifadə edilir. Göstərilən modifikasiyalarda o, ekoloqlar arasında Şennon-Uiver indeksi kimi məşhurdur:

$$H_N = - \sum_{i=1}^n \left(\frac{N_i}{N} \times \log_2 \frac{N_i}{N} \right) \text{ [bit} \times \text{nüs}^{-1}\text{]}$$

$$H_B = - \sum_{i=1}^n \left(\frac{B_i}{B} \times \log_2 \frac{B_i}{B} \right) \text{ [bit} \times \text{kütlə vah.}^{-1}\text{].}$$

Adətən antropogen təsir qruplardakı növlərin sayının azalmasına səbəb olur (stenobiontların yox olması hesabına) və onların populyasiya sıxlığının tarazlaşdırılmış qiymətlərinin pozulmasına səbəb olur. Ona görə də bir qayda olaraq çirklənmə şəraitində makrozoobentosda Şennon-Uiver indeksinin və digər indekslərin qiymətləri azalır (məs., nümunə, şəkl. 3.4).

- verilmiş əlamət üzrə seçilmiş müxtəlif qrupların nümayəndələrinin cəm bolluq göstəricilərinin nisbətləri (məsələn, müxtəlif qidalanma strategiyaları orqanizmlərin kütlələrin nisbətinin düsturu):

$$B_1: B_2: B_3: \dots B_n$$

Etoloji qruplaşmalarını seçmək də mümkündür (oxşar davranışlı növlər).

Qrupların dinamik xarakteristikaları

1) Qrupların statistiki xarakteristikalarının dinamik göstəriciləri.

Populyasiyaların dinamikasının tədqiqində olduğu kimi qrupların dinamik xarakteristikaları kimi aşağıdakılar çıxış edə bilərlər:

- tədqiq olunan $\Delta t = t_2 - t_1$ zaman dövrü ərzində hər hansı bir statistiki X xarakteristikasının qiymətinin dəyişməsi (sıxlıqlar, qrupun biokütlesi, müxtəliflik indeksləri və s.)

$$\Delta X_{\Delta t} = X_2 - X_1,$$

burada X_1 və $X_2 - X_1$ -nin t_2 və t_1 anlarındakı qiymətləri;

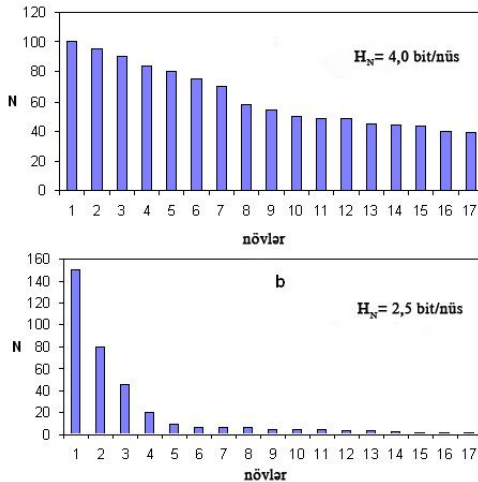
- t zaman anında statistik xarakteristikanın qiymətinin mütləq dəyişmə sürəti:

$$dX/dt \approx (X_2 - X_1) \times \Delta t^{-1};$$

- t zaman anında statistik xarakteristikanın qiymətinin nisbi dəyişmə sürəti:

$$r_X = dX/dt \times \bar{X}^{-1},$$

burada \bar{X} - Δt dövrü ərzində orta biokütlə.



Şək. 4.1. Eyni növ zənginliyə malik qrupun strukturunun xarakterik nümunəsi. (a) fon şəraitində (təsirdən kənarda) və (b) antropogen təsir zamanı. Şennon-Uiver indeksinin qiymətləri göstərilmişdir.

2) *Qrupların funksional xarakteristikaları.*

Qrupların funksional xarakteristikalarına ekoloji-fizioloji göstəricilər şamil edilir (orqanizmin fizioloji “balans bərabərliyinin toplananları”), onlar ümumiyyətlə bütün qrup üçün ümumilikdə, həm də onların müxtəlif nisbətləri üçün hesablanmışdır.

Qrupun (və ya ekosistemin) ***mübadilə sərfi*** $R = \sum_{j=1}^N R_j$ (additiv şəkildə verilmiş qrupun bütün orqanizmlərin

mübadiləsinə çəkilən xərclərin cəmi kimi təyin edilir. Mübadilə sərfi ***destruksiyanın intensivliyi*** – orqanizmlərin sərf edilmiş üzvi maddələrin daha sadə birləşmələrinə kimi, qismən də mineral maddələrə kimi parçalanması ilə müəyyən edilir. İnsan da daxil olmaqla canlı orqanizmlərin əksəriyyəti ***aerobdurlar*** (yunanca "αερος" – hava), yəni oksidləşdirici kimi nəfəs almada oksigendən istifadə edirlər. Bir qram oksigenin sərfi zamanı üzvi maddələrin oksidləşməsindən ayrılan enerjinin miqdarı oksikalorili əmsal adlanır (***K***, [kkal/qO₂] və ya [kC/ qO₂]). 1 qram zülalın tam oksidləşməsinə 1,748 q O₂ sərf edilir. 1 q zülalın oksidləşməsi zamanı azad olan enerji orta hesabla 5,65 kkal təşkil edir. Ona görə də zülallar üçün ***K*** - nın qiyməti $5,65/1,748 = 3,23$ kkal/qO₂ təşkil edir. Karbohidrat və yağlar üçün ***K*** - nın qiyməti müvafiq olaraq 3,28 və 3,54 kkal/qO₂ təşkil edir. Müxtəlif orqanizmlərin bədənlərində üzvi maddələr orta hesabla 80 % zülaldan, 10 % yağdan və 10 % karbohidratlardan ibarət olduğundan ***K*** adətən 3,27 kkal/qO₂ bərabər götürülür. ***K***- dan istifadə edilməsi orqanizmin nəfəs alması zamanı aerob-orqanizmin oksigenin sərf edilməsi sürətinə görə mübadilənin intensivliyini təyin etməyə imkan verir.

İlkin məhsul – qrupun və ya ekosistemin bütün produsentlərinin cəm məhsulunu təşkil edir. Produsentlərin əksəriyyəti (bitkilər, yosunlar, sianeylər) ilkin məhsulun

istehsalı üçün Günəş enerjisindən istifadə edir, ona görə də onların yaratdıqları ilkin məhsul **fotosintez** adlanır. Bəzi prodüsent-bakteriyalar ilkin məhsulu onların işlədikləri oksidləşmə-bərpaedici reaksiyalarda azad edilən enerjiden istifadə edirlər ("**xemosintez**"). Aşkar edilmişdir ki, xemosintezi bəzi sianeylər də bacarırlar, onlar ümumiyyətlə digər aləm nümayəndələrindən trofik strategiyanın müxtəlifliyi ilə fərqlənilir. Lakin Yer in ekosferinin ilkin məhsulunun əsas hissəsi əsasən fotosintez yolu ilə yaradılır.

Ümumi ilkin məhsul – prodüsentlərin istehsal etdikləri bütün üzvi maddələrdir (destruksiya məruz qalır o, cümlədən sonradan xüsusi mübadiləyə sərf edilir). *Təmiz ilkin məhsul* - prodüsentlərin daxili həyat təminatı çıxılmaqla (mübadilə səfləri) istehsal etdikləri üzvi maddələrdir. Təmiz ilkin məhsul prodüsentlər tərəfindən inkişafa və ətraf mühitlə mübadilə məhsullarının ifrazına sərf edilir. Beləliklə, ümumi ilkin məhsulun elə hissəsi "təmiz" adlanır ki, onu prodüsentlər özlərinə sərf etməyərək ekosistemə ötürürlər.

İkinci məhsul – ilkin məhsulu istifadə edən konsumentlər yaradırlar. Konsumentlərin qrupu həmin qrupun "**real**" məhsulu adlanır (qrupun bütün üzvləri tərəfindən yaradılır və onun kənarlarında bu və ya başqa cür istehlak üçün "ixrac" edilə bilər. Konsument qrupunda bir neçə sülalələrin olmasına görə (yirtıcı və qurbanlar birgə yaşayırlar) "real" məhsul qeyri-additivdir, yəni, hər bir növün müvafiq göstəricilərinin sadəcə cəmi kimi təyin edilə bilməz (belə ki, qurbanların yaratdıqları məhsulun müəyyən hissəsi qrupun özündə istehlak edilir). Sadə halda (əgər qrupda yalnız birinci və ikinci sülalə konsumentlər mövcuddursa, həm də bütün yirtıcılar yalnız öz cəmiyyətinin qurbanları ilə qidalanırlarsa) "real" P_b aşağıdakı tənlik üzrə hesablanıla bilər:

$$P_b = P_n - C_x + P_x,$$

burada P_n və P_x – mübafiq olaraq bütün yırtıcı olmayan orqanizmlərin (qurbanların) və yırtıcıların məhsullarının cəm qiyməti, C_x – bütün yırtıcıların cəm rasionudur.

Bir qayda olaraq qruplardakı qidalanma münasibətləri daha mürəkkəbdir və sadalanan şərtlər ödənilmir. Ona görə də qrupların “real” məhsullarının düzgün qiymətləndirilməsi qrupdakı trofik əlaqələrin təfərrüatlı analizini tələb edir (adətən – trofik seçicilik indeksləri və s. nəzərə alınmaqla əsas və ikinci dərəcəli trofik əlaqələrin blok-sxemindən istifadə edilməklə). Qrupun trofik strukturunun kifayət qədər mürəkkəbliyində yuxarıda göstərilən sadə tənliklə hesablanmış “real” məhsulun qiyməti həqiqi qiymətdən bir və ya daha artıq tərtib fərqlənə bilər.

Qrup və ekosistemlər üçün **ekoloji-fizioloji xarakteristikaların** münasibətlərindən daha tez-tez istifadə edirlər:

- hər hansı bir zaman dövrü ərzində qrupun “real” məhsulun mübadiləyə sərf edilən cəm xərclərin nisbəti (***P/R-əmsalı***);

- hər hansı bir zaman dövrü ərzində qrupun “real” məhsulun həmin dövr üçün biokütlənin orta qiymətinə olan nisbəti (***P/R- əmsalı cəmiyyətin xüsusi məhsuldarlığı***), və s.

Stabil ekosistemdə bioloji məhsulun istehsal prosesi və istehlakı sabit sürətlərlə gedir və yaxşı balanslaşdırılmışdır ($P \approx R$), ona görə də biosenozun özünə təsiri minimuma endirilmişdir. Ekosistemlərin avtogen suksessiyası üzvi maddənin məhsuldarlıq prosesləri üzərində destruksiya proseslərinin üstünlüyü ilə, maddələrin daxili dövrünün və enerjinin qapanmasının artması, ekoloji sistemin özünü tənzimləmə, özünü təmizləmə qabiliyyətinin yüksəlməsi və daxili mühitin yüksək keyfiyyətinin saxlanması ilə xarakterizə edilir ($P/R < 1$). Bir qayda olaraq alloqen suksessiya tərs gedən proseslərlə ($P/R > 1$) müşahidə edilir. Ekosistemin özünü

tənzimləmə qabiliyyəti azalır, onun daxili mühitinin keyfiyyəti tədricən korlanır.

Ekosistemin (qrupun) təsirə davamlılığı. Qrupların təsvir tərkibinin bioindikasiya rolu.

Ekosistemin və ya konkret qrupun mühüm xarakteristikası *təsirə qarşı davamlıdır: rezistiv* (obyektin öz vəziyyətini dəyişməz saxlamaq, təsirə müqavimət göstərmək qabiliyyəti) və *elastikliyi* (təsir qurtarıqdan sonra ilkin vəziyyətə qayıtmaq qabiliyyəti). Dayanıqlığın kəmiyyət ölçüsü maksimal təsir səviyyəsində öz vəziyyətini qoruyub saxlamaq qabiliyyətidir. Beləliklə, ekosistemin biotasını məhdudlaşdıran amillər hiperməkani (və ya bioindikator kimi istifadə edilən cəmiyyət):

- təsirə rezistent dayanıqlığı izobola ilə təsvir edilir, bu biotanın (cəmiyyətin) xarakteristikalarının bütün amil qiymətlərinin elə birləşmələrini məhdudlandıran sahəsidir ki, o, fon qiymətlərindən fərqlənirlər (təsir xaricində müşahidə edilən);

- elastiki dayanıqlıq elə bir izobola ilə təsvir edilir ki, amil qiymətlərinin bütün birləşmələrini məhdudlandıran sahəsidir ki, onda rifah funksiyalarının qiymətlərinin dəyişmələri geri dönəndirlər (təsir aradan qaldırıqdan sonra öz fon qiymətlərinə qayıdırlar).

Ekosistemin təsirə qarşı rezistiv dayanıqlıq meyarı həm statistik, həm də dinamik biotik xarakteristikaların bütün ilkin (fon) qiymətlərinin saxlanması təşkil edir.

Qrupun (eləcə də bütün ekosistemin) təsirinə elastiki dayanıqlığın meyarı ilkin *növ tərkibinin* saxlanmasıdır. Əgər növ tərkibi dəyişməz qalıbsa, deməli təsir başa çatdıqdan sonra biotanın həm kəmiyyət göstəriciləri, həm də onların tənzimlədiyi abiotik mühitin parametrləri tədricən bərpa olunacaqlar. Hərgah növ tərkibi dəyişib, onda hətta təsir sona çatdıqda belə biota və abiotik mühitin parametrlərinin gözlənilməz (bəzi hallarda – qəzalı) dəyişiklikləri olduqca

ehtimal olunandır. Beləliklə, növ tərkibi qrup və ekosistemlərin daha əhəmiyyət kəsb edən xarakteristikadır. Qrupların digər kəmiyyət xarakteristikaları da bioindikasiya üçün vacibdir, lakin növ tərkibinə görə onlar ikinci dərəcəlidir və köməkçi əhəmiyyətə malikdir.

Bundan əlavə, qrupların növ tərkibi nəzərə alınmaqla bioindikasiyanın senotik metodları həm də ən böyük ayırdetmə qabiliyyətinə malikdirlər. Bu onunla şərtləndirilir ki, orqanizmlərin ətraf mühitin parametrlərinə qarşı qoyulan tələbləri xüsusilə növ cəhətdən spesifikdir və hətta bir növ daxilində belə əhəmiyyətli dərəcədə dəyişə bilər, hətta iri taksonlar barəsində bir şey demirik. Eyni zamanda növ diaqnostikası olduqca əmək tutumludur və tədqiqatçıdan xüsusi ixtisas səviyyəsi tələb edir. Ona görə də tətbiq edilən bioindikasiya metodlarının seçilməsi ətraf mühitin keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi dəqiqliyi, həmçinin konkret tədqiqat kollektivinin real imkanları tələblərindən asılı olaraq müəyyən edilir.

4.2.4. Akkumulyasiya üzrə bioindikasiya (yığılan bioindikatorlardan istifadə)

Qeydedici və toplanan və ya akkumulyasiya bioindikatorları fərqləndirilir. Yuxarıda nəzərdən keçirilən qeydedici bioindikasiya göstəriciləri *biotaya* mühit amillərinin ümumi təsir səviyyəsi barəsində mühakimə yürütməyə imkan verir. Akkumulyasiya üzrə bioindikasiya *amillərin* (kimyəvi) özlərini keyfiyyətə qiymətləndirməyə imkan verir, bunun üçün orqanizmlərin toxumlarında, müəyyən orqanlarda və bədənin hissələrində çirkləndirici maddələrin toplanması xüsusiyyətindən istifadə edilir. Bir sıra polyutantların orqanizmdən yavaşca çıxarılan konsentrasiyası (məsələn, metallar, bəzi xlorüzvi birləşmələr və s.) ətraf mühidəkindən bir neçə tərtib yüksək ola bilər.

Akkumulyasiya üzrə bioindikasiyanın nəticələri nümunənin götürülməsinin konkret müddətindən asılı deyildir və deməli, ətraf mühitdəki çirkləndirici maddələrin təsadüfi, qısa müddətli dəyişmələrindən asılı olmaması vacibdir. Bundan əlavə kimyəvi analiz vasitəsilə bəzi hallarda ətraf mühitin çirklənməsinin müasir səviyyəsini qiymətləndirməkdən əlavə müxtəlif pollyutantların konsentrasiyasının əvvəlki dinamikasını da retrospektiv şəkildə qiymətləndirməyə imkan verir (müxtəlif yaş orqanizmlərində onların konsentrasiyalarının müqayisə edilməsi yolu ilə).

Effektiv toplayıcı bioindikator nümunələri kimi su xərçəngəbənzər xitin zirehləri və həşəratların sürfələri, molyusklar və onların çanaqları (sonuncular uzun müddət qala bilirlər və mokyuskların məhvindən sonra belə indikasiya kimi istifadə edilə bilər), mamır, bəzi quş və məməli heyvanların orqanlarını (beyin, böyrəklər, dalaq, qara ciyər və s.) göstərmək olar.

4.3. Qrupların və ekoloji sistemlərin təsnifat və ordinasiya tədqiq metodları

Bioindikasiya məqsədilə ekosistemlərin və ya ayrı-ayrı qrupların tədqiqi zamanı tələb edilir:

1) ekosistemin (və ya qrupun) məkan sərhədlərinin təyin edilməsi;

2) bioindikasiya üçün əhəmiyyətli olan, biotikanı və ya konkret qrupu məhdudlandıran senotik asılılıq xarakteristikalarını aşkar və təsvir etmək.

Bu məsələlər müvafiq olaraq təsnifat (1) və ordinasiya metodları ilə həll edilir.

Təsnifat yanaşması nəzərdə tutur ki, tədqiq olunan qruplar (ekosistemlər) məkanca çox və ya az dərəcədə dəqiq məkan sərhədlərinə malikdirlər, onların hüdudları daxilində

bircinsdir və qonşu qruplardan (ekosistemlərdən) həqiqətən fərqlənirlər.

Riyazi analizin təsnifat metodlarının məqsədi nisbətən diskret qrupların (ekosistemlərin) və onların məkan sərhədlərinin seçilməsidir. **Ordinasiya** yanaşması (latınca “*ordino*” – qaydaya salma), əksinə qrupların (ekosistemlərin) sərhədlərini tanımır və ya da onların mövcud olmadığını ehtimal edir. Ordinasiya metodları mühit qradientlərində populyasiya və qrupların kəmiyyət dəyişiklikləri qanunauyğunluqlarını aşkar edir.

Əslində, müxtəlif təbii ekosistemlərin təbii sərhədləri müxtəlif dərəcədə ifadə oluna bilər: yüksək təzadlıqla və olduqca zəif, praktiki surətdə olmaya da bilər (əgər qrupun fasiləsiz məkan dəyişiklikləri müşahidə edilirsə).

Belə ki, ekosistem və qruplar, həqiqətən nisbi diskretdirlər. Bu ilk növbədə, biotoplara (mühitin xüsusi şərtlərinə malik ərazinin və ya akvatoriyanın sahəsidir ki, biotopun özünün daxilində nisbətən bircinsdir və xarici şəraitdən xeyli dərəcədə fərqlidir) lokallaşmış biogeosenozlar – ekosistemlərdir. Bir çox konsorsiyalar kifayət qədər dəqiq sərhədlərə malikdir. Bir qayda olaraq, diskret çoxnövlü biosistemlər nisbətən yüksək bütövlüyə, çoxsaylı növlərə əlaqələr və əhəmiyyətli dərəcədə emergentlik xüsusiyyətinə malikdir, ona görə də xolizm mövqeyindən tədqiq olunmalıdır. Belə biosistem nümunəsi kimi kiçik axarı olmayan göl və ya meşə kənarı (biogeosenos), balaca xüsusi mərcan rif və ikilaylı molyuskalardır ki, öz həyat fəaliyyəti ilə xüsusi ətraf mühiti və deməli xüsusi qruplar – konsorsiyalar yaradırlar. Oxşar biosistemlər təsnifata yaxşı, ordinasiyaya isə pis uyğunlaşırlar (belə ki, onların daxili mühiti kifayət qədər bircinsdir).

Əgər biota (və ya konkret qrup) qeyri-bircins, müxtəlif abiotik şəraitdəki məkanlarda mövcuddurlarsa (məsələn, dəniz sublitoralı, preriya və s.), onda bir qayda olaraq ayrı-ayrı növlər arasındakı əlaqələr nisbətən zəif olur. Bu formasiyalar passiv

şəkildə yaranır, ayrı-ayrı növ populyasiyalarının məkanca paylanması təsvirlərinin sadəcə şəkildə üst-üstə qoyulması nəticəsində vahid **ekoloji kontinium** yaranır (biotanın elə vəziyyətidir ki, növlər müstəqil və fasiləsiz surətdə paylanırlar). Buna bənzər biosistemlərin tədqiqi üçün reduksionist metodlar daha effektivdir. Aydınır ki, ekosistemin daxili qeyri-bircins, dəqiq olmayan məkan sərhədlərinə malik olmayan belə ekosistemlər (və ya qruplar) təsnifata pis, ordinasiya isə yaxşı uyğunlaşırlar.

Təbii ekosistemlərin əksəriyyəti aralıq vəziyyət tuturlar. Onların sərhədlərinin ifadə olunması dərəcəsi, daxili qeyri-bircinslik, növlərarası qarşılıqlı əlaqələr, xüsusiyyətlərin emercenliyi (sistemin elementlərinin heç birinə xas olmayan yeni xüsusiyyətlərin yaranması) çox geniş dərəcədə dəyişir. Ona görə də bioindikasiya ekoloji tədqiqatlarda təsnifat və ordinasiya yanaşmalarının birlikdə istifadəsi adətən daha məhsuldar olur.

Təsnifat metodları ekosistemlərin (qrupların) sərhədlərinin tədqiqatçı tərəfindən seçilməsi subyektivliyini aradan qaldırmağa, riyazi yanaşma sayəsində onların ifadə olunması dərəcəsini qiymətləndirməyə imkan verir. Daha yüksək təsnifatı **klaster analiz** (ingiliscə “cluster” – qrup, salxım deməkdir) metodları verə bilər. Burada obyektlər siniflərə (klasterlərə) elə qruplaşdırılır ki, bir sinfə daxil olan obyektlər, digər siniflərə daxil olan oxşar obyektlərlə müqayisədə daha bircins olsunlar. Bu halda qrupların həm növ tərkibi (**nömrələnmiş** klaster analizi adlanır), həm də müxtəlif kəmiyyət xarakteristikaları müqayisə edilir. Son zamanlar bir çox ekoloqlar nömrələnmiş klaster analizindən istifadə etməyə üstünlük verirlər, belə ki: 1) bu və ya digər növün mövcudluğu və ya yoxluğunun özü olduqca informativdir; 2) növ fərdlərinin olması faktının aşkar edilməsi, populyasiya və ya qrupun kəmiyyət xarakteristikalarını düzgün təyin edilməsindən daha sadədir (bunun üçün nümunə götürülmələrin daha əməktutumlu

metodları tələb olunur); 3) kəmiyyət xarakteristikalarına görə təsnifat analizinin nəticələri tədqiqatçı üçün hansı göstəricilərin daha vacib olmasını və hesablamalarda nəzərə alınması ilə müəyyənləşdiyi halda, nömrələnmə təsnifatı həmişə eyni bir əlamətdən istifadə edir.

Nömrələnmiş klaster analizi həm ayrı-ayrı müşahidə stansiyalarının müqayisəsi (Q-analizi müxtəlif stansiyalarda qrupların növ tərkibinin oxşarlığını qiymətləndirir), həm də ayrı-ayrı növlərin müqayisəsini (R-analizi müxtəlif növlərin məkan paylanması oxşarlığını qiymətləndirir) aparmaq mümkündür. Müxtəlif stansiyalarda qrupların növ oxşarlığı dərəcəsini xarakterizə edən çoxlu sayda indekslərdən (və ya, əksinə növlərin məkan paylanması oxşarlığı) daha çox sadəsi və məşhuru Syorsen əmsalidir:

$$K_S = \frac{2 \times c}{a + b},$$

burada Q-analizdə a və b - iki müqayisə olunan qruplarda növlərin miqdarı (və ya iki müqayisə edilən stansiyada) c - hər iki qrup üçün (hər iki stansiyada) eyni olan növlərin miqdarıdır.

Miqdar verilənləri üçün (R- analiz zamanı) analogi göstərici Çekanovski əmsalı K_{CZ} adını daşıyır və aşağıdakı şəkildədir:

$$K_{CZ} = 2 \sum \min \frac{(x_{1i}, x_{2i})}{(\sum x_{1i} + \sum x_{2i})}$$

burada x_{1i} və x_{2i} - 1 və 2 təsvirlərində i - növünün bolluq göstəricisinin qiyməti (populyasiyanın sıxlığı və ya biokütləsi); $\min(x_{1i}, x_{2i})$ - verilmiş bolluq göstəricisinin müqayisə edilən iki qiymətindən ən kiçiyi.

Kəmiyyət əlamətlərinə görə klaster analizində qrupların oxşarlıq dərəcəsi onların nəzərə alınan əlamətlərinin evklid məkanında aralarındakı məsafəsi ilə (çox vaxt bu evklid

məsafəsidir) qiymətləndirilir. Belə əlamətlər kimi bioindikator əhəmiyyətə malik olan (4.2.3 bölməsi) qrupların müxtəlif kəmiyyət xarakteristikalarıdır. Analizin nəticələri əyani olaraq qıstogram – sxem şəklində ifadə olunur ki, bu da hansı səviyyələrdə müxtəlif obyektlər arasındakı oxşarlığın özünü büruzə verməsini göstərir.

Klaster analizindən topoloji analiz vasitəsi kimi elmin müxtəlif sahələrində geniş istifadə edilir. Lakin, klaster analizinin kəmiyyət xarakteristikaları üzrə məhsuldarlığı əlamətlərin az və ya çox dərəcədə təsnifatlaşdırma alqoritmlərinin və nəticələrin şərh edilməsi metodlarının (məsələn, qrupun seçilməsi üçün hansı oxşarlıq səviyyəsinin qəbul edilməsini tədqiqatçı özü müəyyən edir) subyektiv seçimi ilə (nömrələnmiş analiz istisna təşkil edir) məhdudlanır.

Tək aparılmış ölçmələrin nəticələrinin verilənlərin seçilmiş siniflərindən birinə ayırd edilməsi üçün həmçinin, çoxölçülü **diskriminant** analiz də olduqca faydalıdır (əsasən təsnifat metodu olmayaraq). O, nəinki təsnifatlaşma üzrə daha əsaslandırılmış şəkildə qərarın qəbul edilməsinə imkan verir, həm də obyektiv surətdə onun meyarlarını seçməyə imkan yaradır. Diskriminant analizin tətbiq edilməsi olduqca effektiv ola bilər, lakin o, materialın reprezentativliyinə olan yüksək tələblərlə məhdudlanır.

Ordinasiya metodları biotanın mühit amillərindən asılılıq xarakteristikalarını müəyyənləşdirməyə imkan verir. Onlar obyektlərin (məsələn, qrupların müvafiq bioindikator əlamətlərinin qiymətləri ilə xarakterizə edilən müşahidə stansiyalarını) hər hansı bir ox boyu (məkan qradiyentləri, mühit amilləri, zaman oxları və s.) nizama salınmasını yerinə yetirir.

Ordinasiyanın daha sadə və yüksək effektiv metodu ***bilavasitə qradiyent analizidir***. Onun mahiyyəti mühit amillərini məhdudlaşdıran qradiyentlər üzrə növ bolluğu kəmiyyətlərinin dəyişikliklərinin aşkarlanmasından ibarətdir.

Biotaya həqiqi təsiri müəyyən edən amillər üzrə daha sonra **reqressiya** analizi yerinə yetirilir. Bilavasitə qradient analiz üsullarında məhdudlaşdırıcı amillər məlum olduqda və onların nisbətən az sayında effektiv surətdə tətbiq edilir.

Ekoloqlar tərəfindən çox vaxt **dolayı ordinasiya** metodlarından da geniş istifadə edilir, məsələn, ikiölçülü dərəcələnmə (metrik və qeyri-metrik) və çoxölçülü dərəcələnmə.

Metrik dərəcələnmə metodlarına daxildir: əsas komponentlərin analizi (ƏKA); əsas koordinatların analizi (principal coordinates analysis), uyğunluq analizi (correspondence analysis; məsafə xi-kvadrat meyarı üzrə qiymətləndirilir); uyğunluğun trendsiz analizi (detrended correspondence analysis) və s.

Qeyri-metrik dərəcələnmə metodlarına daxildir: qeyri-metrik dərəcələnmənin özü (dəyişənin ədədi qiyməti onun dərəcəsi ilə əvəz edilir); qeyri-xətti və ya qeyri-monoton dərəcələnmə, assimetrik matris analizi (asymmetric matrix analysis); açılış metodu (unfolding); dəyişənlər arasındakı səbəb əlaqələrini aşkar edən trayektoriyalar analizi (path analysis) və s.

Çoxölçülü dərəcələnmə metodlarına daxildir: kanonik korrelyasiya (canonical correlations); “Prokrustov analizi” (Procrustes analysis); uyğunluğun çoxlu analizi; fərdi məsafələrin dərəcələnməsi (individual distance scaling); sərhəd şərtləri ilə dərəcələnmə (constrained scaling); üçölçülü açılış (3-way unfolding); qeyri-parametrik test (random skewer analysis) və s.

Dolayı ordinasiya metodlarının tətbiqi bəzi hallarda çox effektiv olur, lakin, bu ekoloqdan böyük təcrübə və gördüyü tədbirlərin həddinin aşmamasını tələb edir. Səbəb-nəticə əlaqələrinin abstrakt təqdimatı (bilavasitə ordinasiyadan fərqli olaraq) analiz nəticələrinin şərh edilməsinin dəqiqliyini

məhdudlaşdırır, onların səhv şəkildə izah edilməsinə gətirib çıxara bilər.

4.4. Yerüstü və su ekoloji sistemlərin bioloji indikasiya metodları

4.4.1. Yerüstü ekoloji sistemlərin bioindikasiyası

Yerüstü ekosistemlərin biotasının antropogen dəyişiklikləri təkcə insanın bilavasitə təsiri ilə deyil, həm də əsasən mühitin antropogen dəyişiklikləri (atmosfer havası, torpaq, səth və qrunut suları) ilə müəyyən edilir. Yerüstü ekosistemlərin bioindikasiyası üçün daha tez-tez ali bitkilərin, şibyə, mamır, torpaq yosunların və s. göstəricilərindən istifadə edilir.

Ali bitkilər. Ümumilikdə ali bitkilər üçün BBK xeyli aşağı olur, nəinki insan üçün. Bu halda müxtəlif bitkilərin atmosfer havasına dözümlüyü müxtəlif olur. Ümumiyyətlə qəbul edilmiş təsnifata görə ali bitkilərdən “həddən artıq həssas” kateqoriyasına iynəyarpaq (sidr, küknar, şam), saqqallı tozağacı aid edilir. “Həssaslara” – cökə, moruq aiddir. Yasəmən, ardıc kolu “orta həssaslığa” malikdir. “Çox dözümlü”lərə gərməşov, biryuçina, göyrüşyarpaqlı ağcaqayın, xaçgüllülərin, çətirlilərini, mürəkkəb gülə malik olanlar, süpürgə kollarının əksəriyyəti aiddir.

Fitosenosun əsas yarusları xarakteristikaları bioindikasiya əhəmiyyətinə malikdirlər (I – meşə ağacları; II – kolluq yarusu; III – ot-kolluq yarusu; IV- mamır və torpaqüstü şibyələr): növ tərkibi, hər növdən olan fərdlərin sayı, ağacların orta hündürlüyü və gövdələrinin eni; qapalılığı, bolluğu, proyektiv örtüyü, yaşama qabiliyyəti, toxumaların dəyişikliyi, xarakterik olan eybəcərliklər.

Rusiyanın meşə zolağı üçün havanın çirklənməsinə iynəyarpaq meşələri daha həssasdırlar. Adi şam ağacı

antropogen təsirin vacib bioindikatoru sayılır. Texnogen çirklənmənin informativ göstəriciləri aşağıdakılardır:

- şam ağaclarının statik morfoloji və anatomik göstəriciləri;

- dinamiki göstəricilər (illik artımın qiyməti);

- iynəyarpaqlıların xarakteristikaları (həyatın uzunluğu, kütləsi, xarakterik zədələnmələr – piqmentasiya, xloroza, nekroza, quruma);

- generativ orqanların vəziyyət göstəriciləri – iynəyarpaq ağaclarının qadın qozaları (onların ölçüləri, miqdarı, toxumların bolluğu);

- ağac ziyanvericilrin fəqərəsizlər faunasının bolluq və müxtəlifliyi göstəriciləri və s.

Şibyələr havanın çirklənməsinin olduqca etibarlı indikatorları sayılır. Lixenoflora (latınca “lichen” – şibyə deməkdir) ənənəvi olaraq bioindikasiya üçün istifadə edilir (“lixenoindikasiya”). (Ənənəvi olaraq istifadə edilən “lixenoflora” tamamilə doğru deyil, çünki şibyələr bitki deyil, göbələk və yosunların simbiozundan ibarətdir və ehtimal olunur ki, polifilitik mənşəlidir). Şibyələr daha aktiv şəkildə metalları özlərinə cəlb edirlər (damarlı bitkilərdən daha aktiv şəkildə). Şibyələrin atmosfer çirklənməsinə qarşı yüksək dərəcədə həssaslığı aşağıdakılarla şərtləndirilir:

- udulmuş pollyutantların aktiv kumulyasiyası (orqanizmdə zəhərlərin toplanması) ilə (müdafiə örtüklərinin olmaması və metabolitlərin yavaş çıxışı ilə əlaqədar olaraq);

- şibyələrin yosun komponentlərinin xüsusi zəifliyi ilə əlaqədar olaraq pollyutantların təsiri altında piqmentlər sürətlə parçalanırlar.

Şibyələrin antropogen təsirlərə reaksiyaları növə görə spesifikdir, lakin havanın çirklənməsinə qarşı lixenfloranın müxtəlif iri qruplarının reaksiyalarının bəzi ümumi qanunauyğunluqları mövcuddur. Belə ki, xarici təsirlərə daha həssas epifit şibyələri təşkil edir (ağacların gövdələrində bitir).

Havanın çirklənməsinə müxtəlif vegetativ bədən quruluşları (kök-yarpaq və ya tallom) fərqli reaksiya göstərirlər – qaynadılmış (və ya qabıqlı), yarpaqlı və kollu. Qaynadılmış şibyələrin kök-yarpağı substratla - ağacın qabığı, oduncağı və daşların səthi ilə möhkəm birləşmiş qabıqdan ibarətdir.

Yarpaqlı şibyələr substrata göbələk sapları ilə (qif) – rizin və ayrıca nazik qif – rizoidlərlə birləşmiş pulcuq və ya lövhə şəklində malikdirlər. Yalnız cüzi sayda şibyələrdə tallom substrat ilə yalnız bir yerdə qomf adlanan göbələr qiflərinin güclü dəstəsi ilə birləşirlər. *Kollu* şibyələrdə tallom budaqlardan və ya daha qalın, əksər hallarda şaxələnən gövdələrdən ibarət olur. Kollu şibyə substratla qomf ilə birləşir və şaquli istiqamətdə inkişaf edir, ya da aşağıya doğru sallanır. Ümumiyyətlə, kollu şibyələr daha çox həssasdırlar (havanın çirklənməsində birinci olaraq lixenflora yox olur), yarpaqlılar orta həssaslığa malikdirlər, qaynadılmışlar daha dözümlüdürlər (çirklənmə zamanı sonda itirlər).

Bioindikasiya üçün lixenofloranın aşağıdakı xarakteristikalarından istifadə edilir:

- növ tərkibi;
- lixenfloranın növ zənginliyi və müxtəlifliyi;
- konkret növlərin və ümumilikdə lixenfloranın bolluq göstəriciləri (biokütlə, proyektiv örtük);
- kolluq, yarpaqlı və qaynadılmış şibyələrin bolluq göstəricilərinin nisbət indeksləri;
- lixenflora bolluğu ümumi göstəricilərində epifit şibyələrin payı;
- morfoloji və struktur göstəriciləri: kök-yarpağın qalınlığı və sıxlığı, kök-yarpağın sorediyalarla örtülmə səviyyəsi (intoksasiyalar zamanı artırlar), piqmentasiya, rəngləmənin ümumi dəyişikliklər (patoloji dəyişikliklər barəsində ağtəhər, qəhvəyi və ya bənövşəyi çalarların yaranmasını göstərir).

Torpaq biotası (fəqərəsizlər, yosunlar, göy-yaşıllar (sianeylər), göbələklər, bakteriyalar və s.) müxtəlif torpaq kompleksləri üçün spesifikdir. Ona görə də biotik strukturların və funksional xarakteristikalarının (4.2 bölməsi) nəinki çirklənmə ilə, həmçinin, torpaqların struktur dəyişmələri ilə şərtləndirilir. Torpaq biotasının təsirə reaksiyası, onun xarakteri və intensivliyindən asılı olaraq əhəmiyyətli dərəcədə dəyişə bilər. Belə ki, torpaqların aztoksikli üzvi maddələrlə çirklənməsində mikroorqanizmlər-redusentlər intensiv surətdə inkişaf edir və funksionallığı artır. Toksik pollyutantlarla çirklənmiş torpaqlarda (xüsusən də - metal və xlorüzvi birləşmələrlə) redusentlərin bioloji aktivliyini zəiflədir.

4.4.2. *Su ekosistemlərin bioindikasiyası*

Su hövzələri və su axarlarında hidrobiontların aşağıdakı əsas qrupları (su orqanizmləri) seçilir:

- **neyston** – atmosferlə sərhəddə olan suyun səth qatının neystal qrupu (yunanca “νηψ”- üzmək deməkdir);

- **pelaqos** – su hövzəsinin su qatı qalınlığının (yunanca “πελαγος” – dəniz, girdab deməkdir) *pelixiali* qrupu; **plankton** (“havada uçan”- axınla çox və ya az dərəcədə passiv daşınan orqanizmlər) və **nektona** (“üzən” – aktiv üzgüclərə bölünürlər);

- **drift** (ingiliscə “drift” – dreyf deməkdir) su axını vasitəsilə daşınan orqanizmlərin qrupudur;

- **bentos** – dib və suyun dibə yaxın qatının *bentali* qrupu (yunanca “βενθος”- dərinlik deməkdir);

- **perifiton** “örtülmə” – su qatınında müxtəlif əşyalara və digər iri orqanizmlərin səthlərinə birləşmiş orqanizmlərin qrupuduq (yunanca “περι”- ətraf, “φίτυν”- bitki);

Balıqların qrupu **ixtiosenos** (yunanca “ιχθυς”- balıq deməkdir) (nektonun əsasını təşkil edir).

Plankton və bentosda ənənəvi olaraq fito-, zoo- və bakteriosenozlar seçilir. Fitoplankton və fitobentos yosunları və göy-yaşilları təşkil edirlər. Bundan əlavə fitobentosa həmçinin *makrofitlər* (“böyük bitkilər” – su ali bitkiləri, mamır və iri yosunlar) daxildir. Zooplankton və zoobentos orqanizmləri – fəqərəsiz heyvanlardır.

Göstərilən qrupların bəzi struktur və funksional xarakteristikaları (xüsusən də - fito-, zoo- və bakterioplankton və bentos) su mühitinin keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi artıq ənənəvi və hətta məcburi istifadəsi (abiotik göstəricilər ilə yanaşı) üçündür (DÖST 17.1.3.07-82; 17.1.2.04-77; RD 52.24.565-96; 52.24.564-96; 52.24.420-95 və s). Üzvi maddələrin aerob destruksiya sürətinin qiymətləndirilməsində plankton tərəfindən *oksigenin biokimyəvi* (və ya “bioloji”) *sərfindən* (OBS) geniş istifadə edilir. OBS eksperiment yolu ilə asanlıqla təyin edilir; ekspozisiya müddəti ərzində (adətən – 5 sutka; müvafiq OBS-ni OBS₅ kimi işarə edilir) Günəş işığından izolyasiya edilməsi şəraitində vahid su həcmində (m³ O₂/l) destruksiya zamanı sərf edilən oksigenin milliqramları ilə ifadə edilir. OBS₅ suyun çirklənməsi indeksinin hesablanması zamanı 6 məcburi göstəricilərdən biridir.

Su ekosistemlərinin ilkin məhsuldarlığı və onların özlərini təmizləmə qabiliyyəti adətən *planktonun ilkin məhsulunun* qiyməti (m³ O₂/l/sutka) və ümumi ilkin məhsulun və destruksiyanın yaranma sürətlərinin nisbəti (P/R) ilə qiymətləndirilir (bölmə 4.2.3).

Su hövzələrindəki və su axınlarındakı suyun keyfiyyətinin bioloji göstəricilərə görə qəbul edilmiş təsnifatı (DÖST 17.1.3.07-82) aşağıdakı xarakteristikaları nəzərə alır:

- oliqoxetin ümumi sıxlığının zoobentos qrupunu ümumi sıxlığına olan nisbəti (Oligochaeta sinfi – aztüklü soxulcanlar; onların bir çox növləri çirklənmə və hipoksiyaya qarşı yüksək dözümlülüklə xarakterizə olunur ki, bu da çirklənmiş su

hövzələrindəki bentosda oliqoxetlərin yüksək mütləq və nisbi bolluğunu müəyyənləşdirir);

- sudakı bakteriyaların konsentrasiyası (saprofitlərin hamısı və ayrı-ayrılıqda, yəni aktiv surətdə çürüyən üzvi maddələr);

- fitoplankton, zooplankton, perifiton üzrə saprobluq indeksi (Sladeçek modifikasiyasında);

- Vudivissin “biotik indeksi”.

Son iki göstəricinin izaha ehtiyacı var.

Saprobluğun şkalası və indeksləri. Əlverişli redusentlərlə su hövzəsinin üzvi maddələrlə çirklənmə dərəcəsi **saprobluq** adlanır. Hələ XX əsrin əvvəllərində hidrobiont qruplarında indikator növlərin olmasına əsaslanan su hövzələrinin çirklənmə dərəcəsinin birinci qiymətləndirmə şkalası təklif edilmişdir. Hidrobiont növlərinin mühitin keyfiyyətinə olan tələbləri çox və ya az dərəcədə məlumdur (Kolkwitz, Marsson, 1908, 1909). Saprobluq şkalasının əsasını indikatorların – hidrobiontların oksifillik (baxılan növün oksigenlə daim zəngin olan sulara yaşamaq qabiliyyəti) dərəcəsini əks etdirən prinsip təşkil edir. Su hövzələrinin və onların ayrı-ayrı sahələrinin üzvi maddələrlə çirklənmə dərəcəsi aşağıdakı şəkildə təsnifat edilir (DÖST 17.1.3.07–82):

- *ksenosaprob* zonası (I təmizlik sinfi) – “çox təmiz” su;

- *oligosaprob* zonası (II təmizlik sinfi) – “təmiz” su;

- *beta-mezosaprob* zonası (III təmizlik sinfi) – “zəif (orta) dərəcədə çirklənmiş” su;

- *alfa-mezosaprob* zonası (IV təmizlik sinfi) – “çirklənmiş” su;

- *polisaprob zona* (V təmizlik sinfi) – “çirкли” su;

- *hipersaprob zona* (VI təmizlik sinfi) – “çox çirкли” su.

Saprobluğun qiymətləndirmə sistemi həmişə modifikasiya edir. Indikator növləri daim tamamlanır və dəqiqləşdirilir. Indikator növ fərdlərin bolluğu, onların müxtəlif indikator əhəmiyyətinin nəzərə alınması daxil edilmişdir

(Knopp, 1954; Pantle, Buck, 1955; Zelinka, Marvan, 1961, 1966; Sladeczek, 1973; və s.). Bu saprobluğun ball-la qiymətləndirmə sistemindən kəmiyyətə, (\bar{S}) indeksinə görə: hipersaprob zona - $\bar{S} > 4$, polisaprob - $\bar{S} = 3,51 - 4,00$, α - mezasaprob - $\bar{S} = 2,51 - 3,50$, β - mezasaprob $\bar{S} = 1,51 - 2,50$, oliqosaprob $\bar{S} = 1,00 - 1,50$, ksenosaprob - $\bar{S} < 1$.

1) **Pantle-Buka görə saprobluq indeksi** (R. Pantle, H. Buck, 1955):

$$\bar{S}_{PB} = \frac{0 \times N_k + 1 \times N_0 + 2 \times N_\beta + 3 \times N_\alpha + 4 \times N_p}{N_k + N_0 + N_\beta + N_\alpha + N_p}$$

burada 0, 1, 2, 3 və 4 - kseno-, oliqo, β - mezo, α - mezo və polisaprobluğa müvafiq gələn saprobluq indekslərinin qiymətləridir; N_k , N_0 , N_β , N_α və N_p - müvafiq olaraq bütün indikator növlərinin - kseno-, oliqo, β - mezo, α - mezo və polisaprobluqları populyasiya sıxlıqlarının cəmləridir.

2) **Sladecəkə görə saprobluq indeksi** (V. Sladeczek, 1955):

$$\bar{S}_S = \sum_{i=1}^m (\check{S}_i \times N_i) : \sum_{i=1}^m N_i$$

burada \check{S}_i - i indikator növünün saprobluq indeksinin faktiki qiyməti; N_i - onun populyasiya sıxlığı, mütləq və ya nisbi (qrupdakı bütün m indikator növlərinin ümumi sıxlığındakı payı). \check{S}_i -nin qiyməti “saprob valentlik” adlanan verilmiş (χ) növünün – 5 müxtəlif sapropluq zonasında paylanması nəzərə alınmaqla hesablanır (verilmiş saprobluq zonasında baxılan növ fərdlərinin rast gəlmə tezliyindən asılı olaraq “saprob valentlik” 0-dan 10 arasında dəyişə bilər):

$$\tilde{S}_i = 0,1 \times (0 \times \chi_k + 1 \times \chi_o + 2 \times \chi_\beta + 3 \times \chi_\alpha + 4 \times \chi_p),$$

burada 0, 1, 2, 3 və 4 – kseno-, oliqo-, β -mezo-, α -mezo və polisaprobluq şərtlərinə müvafiq olan saprobluq indeksinin qiymətləridir; $\chi_k, \chi_o, \chi_\beta, \chi_\alpha$ və χ_p - müvafiq olaraq kseno-, oliqo-, β -mezo-, α -mezo və polisaprobluq şərtləri üçün “saprob valentlikdir” (qiymətləri 1-dən 10 kimi).

Beləliklə, Sladeçek indeksi, Pantle-Buk indeksindən fərqli olaraq daha dəqiq qiymət verir, belə ki, hesablamalarda hər bir indikatorluq növlərindən (\tilde{S}_i) asılı olaraq saprobluq indeksinin faktiki qiymətini nəzərə alır.

3) **Rotşayna görə saprobluq indeksi** İ.K. Toderaş modifikasiyasında aşağıdakı düstur üzrə hesablanır:

$$\bar{S}_R = \sum_{i=1}^m (\tilde{S}_i \times N_i \times G_i) : \sum_{i=1}^m (N_i \times G_i)$$

burada G_i - “indikator çəkisi” adlanır və müvafiq indikator növünün saprobluğun müəyyən şərtlərinə mənsubluğunu, xarakterini əks etdirir. Saprobluğun müəyyən şərtlərində verilmiş növün mövcudluğu nə qədər çox sübut edirsə, verilmiş növün “indikator çəkisi” bir o qədər yüksək olur (10 ballıq sistem üzrə qiymətləndirilir). Bunun sayəsində Rotşaynın modifikasiya edilmiş indeksi daha etibarlı saprobluğun kəmiyyət qiymətləndirilməsini verir, nəinki Sladeçek indeksi, həm də daha artıq Pantle-Buk indeksindən.

Zoobentosda 5 indikator növü rast gəldiyi vəziyyətdə saprobluq indekslərinin hesablanması sadə nümunəsi cədvəl 4.2-də verilmişdir.

Saprobluq indekslərinin hesablanması nümunəsi

№	Növ	Populyasiya sıxlığı N, ekz/m ²	Saprobluq indeksi:					G _i	S _i
			k-seno – 0	oliqo – 1	β-mezo – 2	α-mezo – 3	poli – 4		
1	Agrion vigor	50	–	9	1	–	–	5	1.1
2	Tanytarsus gregarius	30	2	8	–	–	–	4	0.8
3	Tanytarsus gregarius	90	–	2	6	2	–	3	2.0
4	Hydropsyca sp.	160	1	2	4	3	–	1	1.9
5	Caenis macrura	80	4	4	2	–	–	2	0.8

$\bar{S}_{PB} = 1.61$ (β - mezosaprobluğa daha yaxındır),

$\bar{S}_S = 1.53$ (β - mezosaprobluğa daha yaxındır),

$\bar{S}_R = 1.40$ (oliqosaprobluğa daha yaxındır).

Hesablamaların nəticələri göstərir ki, Rotşaynın modifikasiyalı indeksindən istifadə etmə saprobluq dərəcəsinin diaqnoz edilməsini dəqiqləşdirməyə imkan verir və daha üstün hesab edilir.

“*Vudivissin biotik indeksi*” müəllif tərəfindən qısaldılmış və geniş modifikasiyalarda verilmişdir. Konkret su axını üçün işlənmişdir (qısaldılmış modifikasiya texniki ədəbiyyatda “*Trent çayının indeksi*” kimi məşhurdur), lakin

		Trent çayının biotik indeksi: qrupların ümumi sayı									
		-	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Plecoptera nimfa (yazböcəyi) mövcuddur	1 növdən çox	-	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Təkcə 1 növ	-	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ephemeroptera nimfaları (birgünlük böcək) mövcuddur	1 növdən çox *	-	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Təkcə 1 növ *	-	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Trichoptera süfrələri mövcuddur (çaydakılar)	Təkcə 1 növ **	-	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Təkcə 1 növ **	4	4	5	6	7	9	9	10	11	12
Gammarus (yan üzənlər) mövcuddur	Sadalanan bütün növlər yoxdur	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Asellus (“su eşşəyi”) mövcuddur	Sadalanan bütün növlər yoxdur	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Oligochaeta Chironomus (az tüklü qurdlar, “Ağcaqanad süfrəsi)	Sadalanan bütün növlər yoxdur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bütün sadalanan qruplar yoxdur	Həll olmuş oksigeni tələb etməyən orqanizmlər mövcud ola bilər	0	1	2	-	-	-	-	-	-	-

* Baetis rhodani istisna olmaqla; ** Baetis rhodani daxil olmaqla təsnifatın bu halında nəzərə alınmışdır;

Belə ki, intensiv texnogen təsirlərdə su hövzələrinin evtrofiyası onların asidifikasiyası və çoxkomponentli toksifikasiyası ilə birlikdə müşahidə olunur. Müvafiq olaraq, üzvi maddələrin bioloji destruksiyasının aerob prosesləri hidrobiontların asidoz və intoksiyasi nəticəsində inqibirləşir (xüsusən də metabolik təsirli metallarla və digər texnogen pollyutantlarla xroniki zəhərlənmələrdə). Deməli, antropogen suksessiyanın vərdiş edilmiş suksessiyanı (məsələn, hipoksiyanın inkişafında) sıxışdırıb çıxarır, bəzən də ümumiyyətlə əmələ gəlməyə bilər. Aydındır ki, belə hallarda adi bioindikasiya göstəriciləri (OBS, saprobluq və Vudiviss indeksləri və s.) yarırsız olurlar. Bu yeni bioindikasiya metodlarının işlənməsini və tətbiqini tələb edir: kəmiyyət, yüksək dəqiqlikli, universal, hidrosistmələrə müasir çoxfaktorlu antropogen təsirlərin xüsusiyyətlərini çevik surətdə nəzərə alan. Bu halda bioindikatorların düzgün seçimi də böyük rol oynayır. Hidroekoloqların əksəriyyəti əsaslı surətdə perspektiv bioindikator kimi zoobentosu hesab edirlər. Sedimentlərin bentalda toplandığından, məhz orada su hövzəsinin abiotik şəraitinin antropogen dəyişiklikləri daha kəskin surətdə özünü büruzə verir. Bundan əlavə, hidrobiontların digər qruplarla müqayisədə zoobentos məkanda və zamanda daha stabildir, ona görə də konkret biotoplara və ümumiyyətlə su ekosistməsinə göstərilən antropogen təsirlərin izlərini özündə xüsusi dəqiq surətdə əks etdirir və qoruyub saxlayır. Planktonun xarakteristikalarından yalnız mühit şəraitinin qısamüddətli dəyişikliklərini effektiv surətdə qiymətləndirilməsindən ötrü istifadə etmək olar.

Ədəbiyyat

1. Mehdiyev A.Ş., Əzizov B.M., Mehdiyev C.S. Aerokosmik monitoring. Bakı, “Elm” – 2005,208 s.
2. Mehdiyev A.Ş., Əhmədov Ş.Ə. Meteorologiya və iqlimşünaslığın əsasları. Bakı, 2008, 340 s.
3. Əhmədov Ş.Ə., Ağayev F.G., Şəfiyev M.Ə., Mirzəyev F.Ə. Ümumi ekologiya. “Müəllim”, 2005, 100 s.
4. Əhmədov Ş.Ə., Muradov N.M. Ekologiya.Atmosferin çirklənməsi. Bakı, 2008, 82 s.
5. Муртазов А.К. Экологический мониторинг. Методы и средства. (Учебное пособие). Рязань, 2008, 149 с.
6. Тарасов В.В., Тихонова И.О., Кручинина Н.Е. Мониторинг атмосферного воздуха. Москва, 2008, 128 с.
7. Комиссаров Ю.А., Гордеев Л.С., Эдельштейн Ю.Д., Вент Д.П. Экологический мониторинг окружающей среды. Т.1 и 2, М. «Химия». 2005, 764 с.
8. Калинин В.М. Мониторинг природных сред. Тюм.Гос.Ун. 2007, 208 с.
9. Виноградов Б.В. Аэрокосмический мониторинг экосистем. М. «Наука», 1984, 318 с.
10. Толмачева Н.И., Шкляева Л.С. Космические методы экологического мониторинга. Пермь, 2006, 296 с.
11. Толмачева Н.И., Шкляева Л.С. Практикум по лосмическим методам экологического мониторинга. Пермь, 2006, 132 с.
12. Мелехова О.П., Егорова Е.И. и др. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. М. «Аладемия», 2007, 288 с.
13. Веницианов Е.В. и др. Экологический мониторинг: шаг за шагом. М. 2003, 253 с.
14. Бузмаков С.А., Костарев С.М. Введение в экологический мониторинг. Пермь, 2009, 178 с.

15. Пашкевич М.А., Шуйский В.Ф. Экологический мониторинг. С-Петербург, 2002, 75 с.
16. Гриценко А.В., Лисьев В.Н. Биосферный мониторинг. Харьков, 2000, 95 с.
17. Бельдеева Л.Н. Экологический мониторинг. Барнаул, 2000, 119 с.
18. Бельдеева Л.Н., Бушмина Н.В., Усынина Л.Г. Экологический контроль. Барнаул, 2008, 138 с.
19. Хотунцев Ю.Л. Экология и экологическая безопасность Москва, 2004, 43 с.
20. Лабутина И.А., Балдина Е.А. Использование данных дистанционного зондирования для мониторинга экосистем ООПТ. Методическое пособие. Москва, 2011, 90 с.
21. Зверев А.Т. Основные законы экологии. М, 2009, 172 с.
22. Маврищев В.В. Основы экологии. Минск, 2007, 447 с.
23. Якунина И.В., Попов Н.С. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг. Тамбов, 2009, 101 с.
24. Сафарова В.И., Кудашева Ф.Х. Экоаналитический контроль в системе оценки качества окружающей среды. М, 2004, 228 с.
25. Комиссаров Ю.А., Гордеев Л.С. и др. Экологический мониторинг окружающей среды. М. 2005, 363 с.

