

**Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi
«Azərbaycan Hava Yolları»
Qapalı Səhmdar Cəmiyyəti
Milli Aviasiya Akademiyası**

B.M. ƏZİZOV, M.İ. ƏLİYEV, C.S. MEHDİYEV

TƏTBİQİ EKOLOGİYANIN ƏSASLARI

Dərslik

Azərbaycan Respublikası Təhsil
Nazirliyi Elmi-Metodik Şurası
“Ümumi ekologiya” bölməsinin
11.04.2013 -cü il tarixli iclasının
qərarı ilə (protokol № 505) təsdiq
edilmişdir.

13558

Azərbaycan Respublikası Prezidentinin
İşlər İdarəsi

PREZİDENT KİTABXANASI

BAKİ – 2013

MÜNDƏRİCAT

Elmi redaktor: f.-r.e.d., akad. A.Ş. Mehdiyev

Rəyçilər:

c.e.d., prof. Ş.Y. Göyçaylı
t.e.d., prof. N.H. Cavadov

B.M. Əzizov, M.İ. Əliyev, C.S.Mehdiyev
Tətbiqi ekologiyanın əsasları. Dərslik
Bakı, 2013. 438 səh

Təqdim edilən dərslik son elmi nailiyyətləri əks etdirən ekologiyanın müasir problemlərinin yaranma səbəblərini, onların törətdiyi fəsadların nəticələrinin qiymətləndirilməsinin nəzəri və təcrübi məsələlərini əhatə edir.

Dərslikdə bir sıra ekoloji problemlərə müasir baxışların qarşılıqlı müqayisəsi əsasında ətraf mühitdə baş verən dəyişikliklərin riyazi modelləri şərh olunmuşdur.

Dərslik Milli Aviasiya Akademiyasının "Ekologiya mühəndisliyi" ixtisasının Tədris proqramı əsasında hazırlanmışdır.

Dərslik "Ekologiya mühəndisliyi" ixtisası üzrə təhsil alan bakalavr və magistr tələbələri üçün nəzərdə tutulmuşdur. Dərslikdən ekologiya sahəsində çalışan geniş profilli mütəxəssislər və elmi işçilər də istifadə edə bilirlər.

© Bakı, Milli Aviasiya Akademiyası, 2013

Giriş	10
I Fəsil. Biosfer anlayışı və onun səciyyəlandırici xüsusiyyətləri.....	19
1.1. Biosfer nədir?.....	19
1.2. Biosferin əsas strukturları.....	20
1.3. Ekosistemlərdə maddələr dövrəni.....	23
1.3.1. Suyun dövrəni.....	25
1.3.2. Oksigenin dövrəni.....	27
1.3.3. Karbonun dövrəni.....	29
1.3.4. Azotun dövrəni.....	32
1.3.5. Kükürdün dövrəni.....	34
1.3.6. Fosforun dövrəni.....	35
1.4. Biosferdə enerji paylanması və ilkin məhsuldarlıq.....	39
1.5. Ekosistemlərin məhsuldarlığı.....	42
1.6. Biosferin pozulma amilləri.....	47
1.6.1. Texniki təsir amili.....	48
1.6.2. Kənd təsərrüfatı – biosferin pozulmasında ilkin amil kimi.....	49
1.6.3. Sənayecə inkişaf etmiş cəmiyyət və onun biosferə təsiri.....	50
1.6.4. Demografik partlayış və əhali tələbatı.....	52
1.6.5. Əhali artımının dinamikliyi və onun təyin olunma üsulları.....	57
1.7. Biosferin çirklənmə problemləri və onların xüsusiyyətləri.....	61
II Fəsil. Atmosferin çirklənməsi.....	66
2.1. Atmosferin quruluşu və tərkibi.....	66
2.2. Atmosferin çirklənməsinin mahiyyəti.....	69
2.3. Atmosferin çirklənmə mənbələri.....	70
2.3.1. Karbon qazı (CO ₂).....	73
2.3.2. Dəm qazı (CO).....	73
2.3.3. Karbohidrogenlər.....	74

2.3.4. Kükürlü birləşmələr.....	75	4.6.2 Suların kimyəvi birləşmələrlə çirklənməsi.....	153
2.3.5. Azotlu birləşmələr.....	77	4.6.3 Əsas kimyəvi çirkləndiricilərin zərərlik xüsusiyyətləri.....	157
2.3.6. Halogenli birləşmələr.....	79	4.6.4. İstilik çirklənmələrinin ekoloji nəticələri.....	159
2.3.7. Aerozollar (toz hissəcikləri).....	79	4.6.4.1. İstilik çirklənmələrinin suyun temperaturuna təsiri....	159
2.3.8. Aerozolların mənşəyi, tərkibi və atmosferdə paylanma xüsusiyyətləri.....	81	4.6.4.2. Suda həll olmuş oksigenin miqdarının təsiri.....	160
2.4. Atmosferdə zərərli dumanlar - kəşafət.....	84	4.6.4.3. Digər qazlara təsiri.....	161
2.5. Atmosferin çirklənməsinin ekosistemlərə təsiri.....	87	4.6.4.4. İstilik çirklənmələrinin biosenozlara təsiri.....	162
2.5.1. İqlimin formalaşmasına təsiri.....	87	4.7. Sulara antropogen təsirin qiymətləndirilməsi və ona nəzarət üsulları.....	162
2.5.2. Qlobal temperaturaya karbon qazının təsiri.....	90	4.8. Suyun keyfiyyətinin analizi.....	168
2.5.3. Sənaye tullantılarının temperatura təsiri.....	94	V Fəsil. İonlaşdırıcı şüalanmalar və onların qiymətləndirilməsi.....	172
2.5.4. Regional miqyasda iqlimə təsir.....	96	5.1. İonlaşdırıcı şüalanmanın mahiyyəti.....	172
2.5.5. Atmosferin çirklənməsi və biogeokimyəvi dövrə təsiri.....	100	5.2. Ətraf mühitdə radioaktiv şüalanma.....	177
2.5.6. Oksigen, azot və kükürd dövrəsinin pozulması.....	103	5.3. Şüalanmanın ölçü vahidləri.....	180
III Fəsil. Torpağın çirklənməsi.....	106	5.4. Ekologiyada böyük əhəmiyyət kəsb edən radioaktiv izotoplar.....	182
3.1. Çirklənmə xüsusiyyətləri.....	106	5.5. İonlaşdırıcı şüalanmanın mənbələri.....	184
3.2. Gübrə problemləri.....	107	5.6. Radiasiya həssaslığının müqayisəsi.....	186
3.3. Pestisidlər və onların torpaq ekosistemə təsiri.....	110	5.7. Ekosistemlər səviyyəsində radiasiya effekti.....	188
3.4. Növlərə və biosenoza pestisidlərin təsir xüsusiyyətləri.....	114	5.8. Radioaktiv radon qazı.....	191
3.5. Azərbaycanda pestisid və gübrələrdən istifadə və onun nəticələri.....	119	5.9. Radioaktiv çöküntülər problemi.....	194
3.6. Antropogen təsirlərə məruz qalmış torpaq örtüyünün öyrənilmə xüsusiyyətləri.....	122	5.10. Radioaktiv tullantıların ləğvi.....	198
IV Fəsil. Hidrosferin çirklənməsi.....	131	5.11. Süni radiasiya mənbələri. Nüvə partlayışları.....	202
4.1. Okean və qitə suları, təkamülü və xüsusiyyətləri.....	131	5.12. Atom energetikası.....	205
4.2. Suların çirklənməsinin mahiyyəti.....	136	5.13. Səhiyyədə istifadə olunan şüalanma mənbələri.....	209
4.3. Suların bioloji çirklənməsi.....	138	5.14. Məişət şüalanma mənbələri.....	211
4.4. Suların kimyəvi çirklənməsi.....	141	5.15. İonlaşdırıcı şüalanmanı ölçmək üçün istifadə olunan cihazlar.....	212
4.5. Yuyucu tozlarla suların çirklənməsi.....	146	5.16. Radiasiya çirklənmələri və onların xüsusiyyətləri.....	217
4.6. Suların istilik çirklənmələri.....	147	VI Fəsil. Qeyri-ionlaşdırıcı şüalanmalar. Elektromaqnit dalğaları və onların xüsusiyyətləri.....	221
4.6.1. Suların çirklənməsinin ekoloji fəsadları. Üzvi birləşmələrlə çirklənmə nəticələri.....	150	6.1. Elektromaqnit sahəsi.....	221

6.2. Elektromaqnit şüalanma mənbələri.....	225	9.5. Qlobal dəyişikliklərə beynəlxalq münasibətlərin formalaşması və mövcud ziddiyyətlər.....	279
6.2.1. Radiotezliklər və ifrat yüksək tezliklər.....	225	9.5.1. Kioto protokolunun məzmunu. Tərəflərin öhdəlikləri.....	280
6.2.2. Radiolokasiya stansiyaları.....	226	9.6. Kioto protokolunun əsas aspektləri və onun beynəlxalq əhəmiyyəti.....	282
6.2.3. Peyk rabitə sistemləri.....	228	9.7. Ölkələrin mövqeləri.....	288
6.2.4. Tele - və radiostansiyalar.....	228	9.7.1. Amerika Birləşmiş Ştatları.....	289
6.2.5. Fərdi kompüterlər.....	229	9.7.2. Avropa İttifaqı.....	293
6.2.6. Sot rabitəsinin şüalandırıcıları.....	230	9.7.3. Rusiya.....	296
6.2.7. Sənaye tezlikli elektromaqnit şüalanmalar.....	231	9.8. Qlobal istiləşmə ilə bağlı iqlim proqnozları.....	308
VII Fəsil. Elektromaqnit sahəsinin ölçülməsi.....	235	X Fəsil. Limitləşdirici amillərin dəyişmə səbəbləri və onların ekoloji nəticələri.....	315
7.1. Ölçü vahidləri.....	235	10.1. Temperaturun yüksəlməsi qlobal istiləşmənin təsirinin nəticəsi kimi.....	315
7.2. Ölçü cihazları.....	236	10.1.1. İqlimin qlobal antropogen dəyişikliyə məruz qalması. Problemin mahiyyəti.....	323
7.3. Radiotezlikli və ifrat yüksək tezlikli şüalanmaların ölçü üsulları.....	239	10.1.2. Qlobal iqlim dəyişikliyinə regional aspektləri.....	325
7.4. Monitorların elektromaqnit şüalanması.....	243	10.1.3. Gələcəkdə gözlənilən dəyişikliklər.....	326
VIII Fəsil. Texniki avadanlıqların elektromaqnit şüalanmalarının qiymətləndirilməsi.....	245	10.2. Azərbaycanda qarşıdakı iqlim dəyişikliyinə doğuracağı fəsadlar.....	327
8.1. Fərdi kompüterlərin elektromaqnit şüalanmalarının qiymətləndirilməsi.....	245	10.2.1. Azərbaycanda istixana qazlarının atılması.....	329
8.1.1. FK displeyenin şüalanma elementləri.....	245	10.2.2. Atmosfer qazlarının kəmiyyət və keyfiyyətə dəyişməsi və ekoloji mühitin dəyişməsində rolu.....	329
8.2. Mobil rabitə dövrlərində şüalanmanın qiymətləndirilməsi.....	248	XI Fəsil. Atmosfer ozonunun xüsusiyyətləri və onunla bağlı problemlər.....	337
8.2.1. Mobil telefonların şüalanmaları.....	248	11.1. Ozonun xüsusiyyətləri.....	337
8.2.2. Bir sıra radiotelefon modellərinin elektromaqnit şüalanmasının qiymətləndirilməsi.....	251	11.2. Atmosferdə ozonun və ozon qatının yaranmasının fotokimyəvi mahiyyəti, dağılma mexanizmi.....	339
8.2.3. Mobil telefon rabitəsində elektromaqnit şüalanmasının buraxıla bilən səviyyəsi.....	253	11.3. Ozon qatının dağılmasını şərtləndirən kimyəvi dövrlər ...	346
8.2.4. Mobil rabitə sistemində elektromaqnit təhlükəsizliyinin parametrləri.....	255	11.4. Ozon qatının vəziyyəti.....	352
8.3. RT və İYT şüalanmaların normallaşdırılması.....	257	XII Fəsil. Səs-küy çirklənmələrinin mənbələri xarakteristi- kaları, onlardan mühafizə üsul və avadanlıqları.....	354
IX Fəsil. Ekoloji problemlərin iqlim aspektləri.....	261	12.1. Səs-küy mənbələri.....	354
9.1. Qlobal iqlim dəyişmələri və onun xüsusiyyətləri.....	262	12.2. Səs-küy mənbələrindən onların yayılma yollarının	
9.2. Yer kürəsində qlobal iqlimin dəyişmə problemləri.....	272		
9.3. İqlimin dəyişməsinin ətraf mühitə təsiri.....	274		
9.4. İqlimi formalaşdırən və dəyişdirən amillər.....	274		

təyini.....	360	13.13. Atmosferdə zərərli maddələrin yayılmasının diffuziya	
12.3. Səs-küy mənbələrinin xarakteristikaları.....	362	tənliyi vasitəsilə təyini.....	431
12.4. Səs-küyün normalaşdırılması.....	365	13.13.1. Çirkəndiricilərin toplanma sahələrinin təyini.....	432
12.5. Gözlənilən səs təzyiq səviyyəsinin (STS) təyini.....	367	13.13.2. Atmosferdə qazların dövrəni.....	434
12.6. Səsin udulması və səs izolyasiyası.....	371	13.13.3. Çirkənlənmənin dözülmə həddinin təyin edilməsi.....	435
12.7. Səsuducu vasitələr.....	373	Ədəbiyyat	437
12.8. Səs izolyasiyası vasitələri.....	375		
12.9. Səs söndürücüləri.....	378		
12.10. Reaktiv tipli və kombinə olunmuş söndürücülər.....	381		
12.11. Otaqların akustik tənzimlənməsi.....	384		
12.12. Səs-küydən fərdi mühafizə vasitələri.....	386		
12.13. İnfrasəs onun mənbəyi və təsir xüsusiyyətləri.....	389		
12.14. İnfrasəsdən mühafizə üsul və vasitələri.....	391		
12.15. Vibrasiyadan mühafizə üsul və vasitələri.....	394		
12.16. Səs-küyün, infrasəsin və vibrasiyanın ölçülmə			
üsulları və cihazları.....	400		
XIII Fəsil. Bəzi ekoloji proseslərin riyazi modelləşdirilməsi			
məsələləri.....	402		
13.1. Ekoloji proseslərin riyazi modelləşməsi. Riyazi model və			
onun məqsədləri.....	405		
13.2. Modelləşdirmə və sistemin analizi.....	409		
13.3. Statistik məlumatlardan istifadə olunması.....	410		
13.4. Məlumatların ekspertlərdən və xüsusi təcrübələr əsasında			
alınması.....	412		
13.5. Fərziyyələrin və qeyri-müəyyənliyin azaldılmasının			
qiymətləndirilməsi.....	415		
13.6. Meliorasiya sisteminin modeli.....	417		
13.7. Hidrosferin modeli.....	419		
13.8. İqlim modeli.....	420		
13.9. Biogeosenotik proseslərin model.....	423		
13.10. Geokimyəvi dövrün modeli.....	425		
13.11. Antropogen proseslərin modelləşdirilməsi.....	427		
13.12. Atmosferin çirkənlənməsinin riyazi modelləşdirilməsi.....	429		
13.12.1. Atmosferə atılan tullantıların hesablanması.....	429		

GİRİŞ

“Ekologiya” sözü iki yunan sözünün birləşməsindən (aikos-ev, log-elm) əmələ gəlmişdir və ilk dəfə alman biologu E. Hekkel tərəfindən 1866-cı ildə təklif olunmuşdur. Ümumiyyətlə, ekologiya elmi ətraf mühitin təbiət komponentləri arasındakı mürəkkəb qarşılıqlı əlaqələri və münasibətləri öyrənir. Ətraf mühitə antropogen təsirin və müxtəlif amillərin bütün səviyyələrdə çox böyük vüsət aldığından hal-hazırda ekologiya çox mühüm elm sahələrindən birinə çevrilmişdir.

Təbiiq ekologiya təbiətin qorunması və təbiətdən istifadə həcmələrinin saxlanması və tədricən daim artmağı problemləri ilə əlaqədar olaraq, çoxsaylı elm sahələrində çalışan mütəxəssislərin ekologiya ilə ciddi maraqlanmasına səbəb olmuşdur.

Ekologiyanın bioloji, fiziki və kimyəvi aspektləri ilə yanaşı geofiziki və sosial-iqtisadi aspektləri də mövcuddur.

Hal-hazırda ekologiya elmi qarşısında duran əsas məsələlərə təbii mühitin vəziyyətinin qiymətləndirilməsi və proqnozlaşdırılması, onun ekoloji ehtiyat və imkanlarının təyin olunması, ətraf mühit ilə cəmiyyət arasındakı qarşılıqlı əlaqələrin optimal formasının müəyyən edilməsidir.

Elmi-texniki tərəqqinin inkişafı ilə əlaqədar olaraq sənaye və istehsalın bu və ya digər sahələrində istifadə olunan təbii ehtiyatların həcmi daimi olaraq artır və bununla da cəmiyyətin təbiətə müdaxiləsi intensivləşir. İstehsalın genişlənməsi və yeni istehsal sahələrinin yaradılması mühitdə ekoloji tarazlığın pozulmasını sürətləndirməklə yanaşı, çirkləndirici maddələrin kəmiyyət və keyfiyyətə artmasına səbəb olur. Biosferanın özünü tənzimləmə mexanizmi sənaye müəssisələrində əmələ gələn çox böyük həcmli zərərli maddələrin zərərsizləşməsinə təmin edən emalının öhdəsindən gələ bilmir.

Alimlərin apardıqları hesablamalara görə dağ-mədən işlərinin və eləcə də tikinti materialları istehsalı ilə əlaqədar olaraq hər il 4 min km³-dən çox süxur bir yerdən başqa yere

daşınır, hər il yerin təkindən 120 milyard tondan filiz çıxarılır, 10 milyard ton şərti yanacaq yandırılır. Son 100 ildə oksigendən istifadə 250 milyard ton təşkil etmişdir. Göstərilən dövr ərzində ətraf mühitə 380 milyard ton yanma məhsula kimi karbon qazı buraxılmışdır. İl ərzində biosferaya $158 \cdot 10^{15}$ kC istilik enerjisi, 1 milyard tondan çox tam yanmayan yanma məhsulları buraxılır ki, bu da ümumiyyətlə planetin “istilik” çirklənməsinə gətirib çıxarır. Keçən son 100-120 il ərzində sənaye istehsalı 50 dəfədən çox artmışdır. Bu artımın 4/5-i XX əsrin 50-ci illərindən sonra yaranıb.

Son onilliklərdə ekologiyaya həsr olunmuş geniş elmi ədəbiyyatda antropogen amillərin insan və heyvan orqanizminə, bitkilərə təsirinə məhdudlaşdırılması və normativləşdirilməsi məsələlərinə ətraflı baxılır və ciddi fikir verilir. Normativləşdirmə dedikdə, ayrı-ayrı orqanizmlərə buraxıla bilən təsirlərin qiymətinin müəyyənləşdirilməsi nəzərdə tutulur.

Buraxıla bilən həddin ekoloji və sanitariy-gigiyenik qiymətləndirmədə əsasən ancaq insan orqanizminə aid olunmasına baxmayaraq, təbii mühitin bütövlükdə ümumi qiymətləndirilməsini də mümkün edir.

Ekoloji normativləşdirmədə istənilən antropogen təsirlərə ekosistem tərəfindən kollektiv müqavimət, təsirlərə ekosistemin reaksiyası nəzərə alınmaqla yanaşı, sistemin hər hansı bir növünün “böhran vəziyyətinə” düşməsinə də diqqətdə saxlamaq lazımdır.

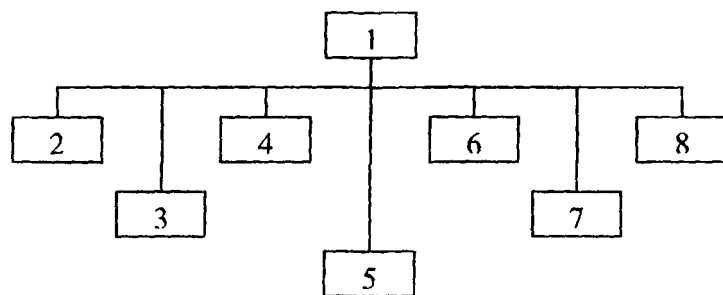
Təbii mühitin keyfiyyət göstəricilərinin tənzimlənməsinin, ekosistemə düşən təsir yükünün müəyyən edilməsinin başlanmasının əsas amil olduğunu artıq heç bir mütəxəssis inkar etmir.

Müasir ekologiyanın şərti struktur sxemini şəkl. 1-dəki kimi təsvir etmək olar.

Qlobal yaxud ümumi ekologiya ətraf mühitin ekoloji mühafizəsinin məğzini təşkil edir. O, səviyyələrin paylanma

xüsusiyyətini, onların yerləşməsi və ölçülərini, təbii və antropogen ekosistemlərin fəaliyyətini və ümumiyyətlə biosferanı öyrənir.

Göstərilən sxemdə sosial ekologiya da böyük əhəmiyyətə malikdir. Bu bölmənin əsas funksiyası təbiət və cəmiyyət arasında münasibətlərin və qarşılıqlı əlaqələrin formalaşmasına xidmət etməkdir.



Şək. 1. Müasir ekoloji bilgilərin şərti struktur sxemi.

- 1- Ümumi (qlobal) ekoloji;
- 2- 2- biotik sistemlərə aid;
- 3- coğrafi (landşaft);
- 4- şəhərsalmaya aid;
- 5- sosial;
- 6- iqtisadi;
- 7- sənaye (mühəndis);
- 8- kənd təsərrüfatı

Sosial ekologiyaya, insanın ekologiyası, tibbi ekologiya və ətraf mühitin sanitar-gigiyenik ekologiyası daxildir. Sosial ekologiya iqtisadi ekologiya ilə sıx surətdə əlaqədardır. Göstərilən şərti struktur sxemdə ekoloji bilgilərin ayrı-ayrı bölmələr üzrə qruplara ayrılması müəyyən qanunauyğunluqlar əsasında həyata keçirilir. Məsələn, biotik sistemlər ekologiyasını bitki, heyvan və mikroorqanizmlər ekologiyası qruplarına bölmək olar. Hər bir qrup özü də öz növbəsində taksonomik vahidlərə uyğun olaraq yarımqruplara bölünür.

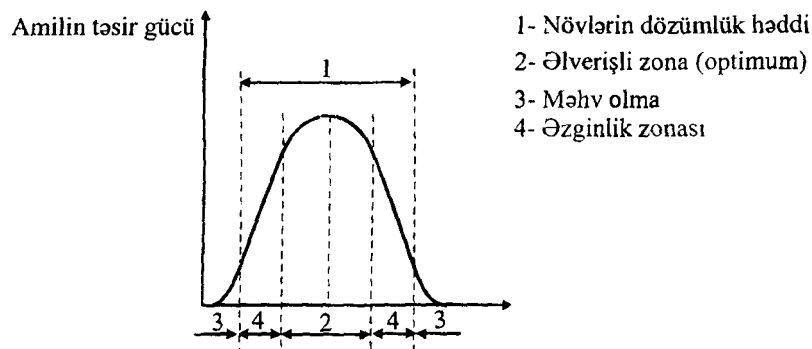
Göstərilən bütün ekosistemlər üçün ümumi səciyyəvləndirici amil ekosistemlərin mövcudluq mühitidir. Ekosistemlərin mövcudluq mühiti kimi, canlı və cansız ekosistemlərin birlikdə fəaliyyət göstərməsi əsas şərtlərdən biri hesab olunur. Ekosistemlərin mövcudluq mühiti kimi, canlı və cansız ekosistemlərin birlikdə fəaliyyət göstərməsi əsas şərtlərdən biri hesab olunur. Bu fəaliyyət nəticəsində ekosistemlərdə daimi olaraq maddələr və enerji mübadiləsi prosesi gedir. Bu prosesə ciddi təsir göstərən mühitin elementlərinə *ekoloji amillər* deyilir. Ekoloji amillər aşağıdakı qruplara bölünür:

abiotik (fiziki-kimyəvi) - temperatur, Günəşin, digər şüalanma mənbələrinin enerjisi, havanın nəmliyi və qaz tərkibi, atmosfer təzyiqi, yağıntılar, qar örtüyü, külək, suyun və torpağın mineral tərkibi, cansız təbiətdə orqrafik və hidroloji dəyişmələrin ekosistemlərə bilavasitə və mütəmadi təsir xüsusiyyətlərini əks etdirir;

biotik - canlı orqanizmlərin bir-birinə daimi təsirini müəyyənləşdirən qarşılıqlı əlaqələr və münasibətlərin formalarına aiddir;

antropogen xarakterli – insan fəaliyyəti nəticəsində təbii mühitin bu və ya digər parametrlərinin pisləşməsi və bu prosesin canlı və cansız mühit elementlərinə təsir formalarını nəzərdə tutur.

Ekoloji amillərin canlı orqanizmlərə təsiri və orqanizmlər tərəfindən ona göstərilən cavab reaksiyası bir sıra ümumi qanunauyğunluqlar əsasında formalaşır. Bunlardan ən başlıcası təsir amilinin qiymətinə orqanizmin reaksiyası, yəni onun müqaviməti ilə əlaqədardır (şək. 2).



Şək.2. Ekoloji amillərin intensivliyindən asılı olaraq onların təsir xüsusiyyətləri

Orqanizmlər üçün əlverişli təsir gücünü səciyyələndirən zonaya, əlverişli və yaxud *optimum* zona deyilir. Həyat fəaliyyətində lazımi dozaların artımı yaxud azalması, tədricən canlı orqanizmin əzilməsinə və nəhayət onun məhvinə səbəb olur. Dozaların elə həddləri mövcuddur ki, bu qiymətdə orqanizm yaşaya bilər, lakin o əzilmiş vəziyyətdə olur və tam fəaliyyət göstərə bilmir. Bu zonaya *əzginlik* (pessimum) zonası deyilir. Optimum və pessimum zonalarının kəmiyyətə qiyməti orqanizmin göstərilən ekoloji amillərə qarşı dözümlülüyünü göstərir və *ekoloji valentlik* adlanır. Ayrı-ayrı növlərin ekoloji valentliklərinin ətraf mühitin abiotik amillərinə münasibəti, terminin adının qarşısında yunan sözü “evri” (yunanca eurus – geniş) yazılması ilə işarə olunur: məsələn, evritermli növü – növün temperaturun böyük hədd daxilində dəyişməsinə dözümlülüyünü göstərir; dar zolaqda növün ətraf mühitə münasibəti, termin qarşısında yazılan “steno” (yunanca – stenosis – dar) yazılışı ilə işarə olunur: məsələn, stenotermli növü – növün temperaturun kiçik hədd daxilində dəyişməsinə dözümlülüyünü göstərir.

Ətraf mühitin keyfiyyətə qiymətləndirilməsinə təsir göstərən əsas amillərdən biri də səs-küydür. Əgər, səs-küyün

«arzuolunmaz» səs kimi qəbul etsək o zaman səs-küy çirklənməsinə arzuolunmaz səslər kimi baxmaq olar. «Səs-küy» termini əsasən elektronikada işlədilir, və o faydalı signalın seçilməsində maneçilik kimi qiymətləndirilir.

Müəyyən olunmuşdur ki, istehsal qurğuları, yerüstü nəqliyyat və təyyarələr vasitəsi ilə yaranan səs-küy nəinki insanı narahat edir və onun sağlamlığına pis təsir göstərir, həmçinin tədricən eşitmə qabiliyyətini aşağı salır. Məsələn, hətta nisbətən güclü olmayan kütlənin səsi, nəqliyyatın səsi, radionun səsi insanların danışmalarına mane olur və emosional stress yaradır. Bununla əlaqədar olaraq səs-küyə ətraf mühiti çirkləndirən ciddi bir amil kimi baxılmalıdır.

Son illər sənayenin əsasən də yerüstü və hava nəqliyyatının sürətli inkişafı ətraf mühitdə səs-küy çirklənmələrinin intensivliyini artırmışdır.

Səs-küyün ölçü vahidi desibeldir (dB). Bu mütləq yox, nisbi vahiddir. Bu vahidin seçilməsi səsin verilən intensivliyinə minimal səviyyədə hiss olunan intensivliyə nisbətənin loqarifmasına əsaslanmışdır. Bu bir növ təzyiqdir. Bu təzyiq dayanmadan gəlir. 20-30 dB gücündə olan səs-küy insan üçün təhlükəsizdir və təbii səs fonunun əsasını təşkil edir, bunsuz da həyat mövcud ola bilməz. O ki, qaldı «yüksək səslərə» burada buraxılan yüksək sərhəd təqribən 80 dB-dir. 130 dB gücündə olan səs-küy insanda ağrı əmələ gətirir. 150 dB gücünə çatanda isə insan o səsə dözmə bilmir. Orta əsrlərdə nahaq yerə belə bir cəza var idi – «zəngin altına» zəngin səsi insanı öldürürdü.

Əgər keçmiş yüzilliyin 60-70-ci illərində küçələrdə səs-küyün gücü 80 dB-ni keçmirdisə, indiki zamanda səs-küyün gücü 100 dB və daha artıq olur. Bəzi magistrallarda hətta gecələrdə səs-küyün gücü 70 dB-dən aşağı düşmür, sanitar normalarına görə bu qiymət 40 dB-ni keçməli deyil.

Mütəxəssislərin məlumatlarına görə, böyük şəhərlərdə səs-küyün güclü ildə 1 dB artır. Artıq əm ələ gəlmiş səviyyəni

nəzərə alsaq, gələcəkdə hansı kədərli hal yaranacağını fikirləşmək çətin deyildir.

Get-gedə daha da yüksək səs-küy səviyyəsinə malik olan səs mənbələri yaranır, məsələn: reaktiv təyyarənin və kosmik raketin səs-küyü. İstehsal səs-küylərinin səviyyəsi çox yüksəkdir. Bəzi istehsal sahələrində o, 80-100 dB və daha artıq olur, bu da işdə buraxılan səhvlərin sayını artırır, onun istehsal əməyini təqribən 10-15% azaldır və bununla bərabər onun keyfiyyətini hiss ediləcək dərəcədə aşağı salır.

Səs-küyün səviyyəsindən, xarakterindən və davam etməsindən asılı olaraq, həm də insanın fərdi xüsusiyyətindən asılı olaraq səs-küy insana müxtəlif təsir edə bilər.

Səs-küy, gücü çox olmasa belə insana psixoloji təsir edərək onun sinir sistemində təzyiq göstərir. Elmi işlərlə məşğul olan insanlarda belə hallara rast gəlinir. Zəif səs-küy insanlara müxtəlif cür təsir edir. Bunun səbəbi yaş, sağlamlıq durumu və əmək növü ola bilər. Səs-küyün təsiri həm də ona qarşı olan fərdi münasibətdən asılıdır. İnsan özü yaratdığı səs-küy onun özünə təsir eləmir, lakin, kiçik kənar səs-küy güclü narahatçılıq effekti yarada bilər.

Lazım olan səssizliyin olmaması, əsasən də gecə vaxtları vaxtından əvvəl yorulmağa gətirib çıxarır. Yüksək səviyyəli səs-küy yuxusuzluq, nevroz və aterosklerozun yaranmasının mənbəyi ola bilər.

85-90 dB gücündə olan səs-küyün təsiri zamanı, yüksək tezlikli səsləri eşitmə qabiliyyəti zəifləyir. Uzun müddət insan özünü pis hiss etməkdən şikayət edir. Simptomlar: baş ağrısı, baş gicəllənməsi, ürək bulanması, yüksək qıcıqlanma. Bunlar hamısı səs-küylü şəraitdə işləməsinin nəticələridir.

Səs-küyün insana təsiri bu vaxtlara qədər xüsusi təcrübə obyektinə kimi öyrənilmirdi. Bundan sonra səsin və səs-küyün orqanizmlərin funksiyalarına təsirini böyük bir elm öyrənir-audeologiya.

Belə isbat edilmişdir ki, təbii səslər (dəniz dalğalarının səsi, yarpaqların səsi, yağış səsi, bulaq şırıltısı və s.) insana çox gözəl təsir göstərir, orqanizmlərin düzgün işləməsinə səbəb olur, insanı sakitləşdirir və yatızdırır.

Hissetmə orqanlarının arasında eşitmə ən vaciblərindən biridir. Onun sayəsində biz ətraf mühitin müxtəlif səslərini qəbul edə bilir və onu analiz edirik. Eşitmə qabiliyyəti həmişə işləyir, gecə yatanda belə. O həmişə səsin təsiri altındadır, çünki onun heç bir özünüqoruma qabiliyyəti yoxdur. Məsələn: gözdə göz qapaqları olduğu kimi.

Qulaq – ən mürəkkəb və eyni zamanda çox zərif quruluşa malikdir. O həm zəif səsləri, həm də güclü səsləri qəbul edir.

Çox güclü səs-küyün və yüksək tezlikli səsin təsiri altında eşitmə orqanında düzəlməz dəyişikliklər baş verir.

Yüksək səs-küy səviyyələrində eşitmə qabiliyyəti 1-2 ilə zəifləyir, orta səviyyələrdə isə daha gec 5-10 ilə zəifləyir, yəni eşitmə qabiliyyətinin zəifləməsi gec baş verir, xəstəlik yavaş-yavaş inkişaf edir. Ona görə də əvvəlcədən səs-küydən qorunma tədbirləri görmək lazımdır. İndiki vaxtda hər bir insan işdə səs-küy təsiri altında olarkən kar olmaq riskindədir.

Beləliklə səs-küy insanın bütün orqanizmlərinə pis təsir göstərir. Onun məhvinə gətirib çıxarır bu da ona görə ki, bizim ona qarşı heç bir qorunma funksiyamız yoxdur. Güclü işıq bizi məcbur edir instiktiv olaraq gözümüzü yumaq, həmin instinkt bizi məcbur edir əlimizi yanmaqdan qoruyaq. Ancaq səs-küydən qorunma reaksiyası bizdə yoxdur.

Səs-küy problemi üzərində bir çox ölkələrdə müxtəlif istiqamətlərdə tədqiqatlar aparılır, bəzi ölkələrdə isə səs-küy əleyhinə müəyyən tədbirlər görülür. Səs-küyün çoxalması ilə əlaqədar insanların 10 ildən sonrakı vəziyyətini bilmək olar.

Beləliklə, ətraf mühitdə səs-küy çirklənmələri 21-ci əsrin əsas ekoloji problemlərindən biri hesab olunur. Bu problemin

həlli isə ilk növbədə insanın ətraf mühitə təsirinin dərəcəsindən asılı olduğundan kompleks bir problem hesab olunur.

I FƏSİL. BIOSFER ANLAYIŞI VƏ ONUN SƏCİYYƏLƏNDİRİCİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

1.1. Biosfer nədir?

Biosfera yunan sözü olub (bios-həyat, speriya-kürə) “həyat kürəsi” mənasını verir. Bu termin ilk dəfə Avstriya geoloqu E. Zyuze (1831-1914) tərəfindən tətbiq olunmuşdur. 1926-cı ildə görkəmli sovet alimi V.İ. Vernadski tərəfindən elmi termin kimi işlədilməyə başlanmış, problem sistemləşdirilmiş və bununla da bir elm kimi ekologiyaın əsasını qoymuşdur.

Biosfera canlı orqanizmlərin fəaliyyətdə olduqları planetin bir hissəsidir ki, orada daimi həyat mövcuddur. Doğrudan da yer səthinin heç də bütün sahəsi həyat üçün eyni dərəcədə əlverişli deyil. Qütb zonalarında və hündür dağlarda bitkilər yaşaya bilmirlər – burada yalnız təsadüfi hallarda bakteriya və göbələklərə rast gəlmək olar. Bir sıra ali onurğalılar təsadüfən bu yerlərdə ola bilərlər (məsələn, köçəri quşlar bir yerdən başqa yerə köçərkən). Lakin heç vaxt onlar daimi olaraq o, yerlərdə qalmırlar. Belə zonalara bəzən *parabiosfer* zonalara da deyilir.

Təbii – fiziki şəraitə görə şərti olaraq biosfer üç – qarşılıqlı əlaqədə olan mühitlərə bölünə bilər.

Litosfer – Yer səthinin üst təbəqəsi ilə məhdudlanan, qalınlığı quru sahələrdə təqribən 3 km, okeanın altında isə 0,5 km təşkil edən mühitə deyilir.

Hidrosfer – Yerin su hissəsidir. Bu hissəni əsasən Dünya okeanı təşkil edir ki, bu da bütün planetin 7/10 hissəsini əhatə edir.

Atmosfer – Yer səthindən 20 km hündürlükdə Yer kürəsini əhatə edən hava təbəqəsidir.

Beləliklə, biosfer – Yer planetini əhatə edən bir sistemdir. Bu sistemin tərkib hissələrini biri-birindən ayırmaq qeyri-mümkündür.

Biosferi səciyyələndirən çoxsaylı amillərdən ən əsasları aşağıdakılardır:

- 1) hər zaman, hər yerdə mey şəklində su mövcuddur;
- 2) yeganə mühüm enerji mənbəyi olan Günəş radiasiyası daimi olaraq biosferaya daxil olur.

Biosfer bu enerjinin daxil olması nəticəsində, bitkilər, heyvanlar aləmi özlərinə lazım olan kimyəvi, mexaniki və digər növ enerjiyə malik olurlar.

Biosfer özü-özlüyündə mürəkkəb bir sistemdir. Yer planetinin müasir görünüşü canlı orqanizmlərin fəaliyyətinin nəticələridir. Bu geoloji dövrün müddəti 3 milyard ildən artıqdır. Canlı orqanizmlərin müvafiq mühitə mövcud mineral elementləri ilə daimi qarşılıqlı əlaqəsi nəticəsində litosfer, hidrosfer və atmosfer müasir quruluşunu almışdır.

Bizim dövrə kimi çox güclü üzvi – mineral çöküntülər və üzvi kütlələr bilavasitə canlı orqanizmlərin fəaliyyəti nəticəsində mümkün olmuşdur. Çöküntü süxurlarında göstərilən məhsulların miqdarına *biokosmik kütlə* deyilir. Kəmiyyətcə bu çox böyük bir qiymətə malik olan kütlədir. Bu kütlənin formalaşmasında iki amilin rolu xüsusən qeyd olunmalıdır. Bunlar geomorfoloji və bioloji amillərdir. Məsələn, bəzi yerlərdə qalınlığı bir kilometrə çatan əhəng və təbaşir süxurları kalsium karbonat birləşməsindəm ibarətdir. Bunlar çoxsaylı dəniz mikroorqanizmlərinin skeletlərindən yaranmışdır. Bu çevrilməyə isə 70 milyon ildən çox vaxt tələb olunmuşdur.

1.2. Biosferin əsas strukturları

Biosferin ən əsas nəzərə çarpan xüsusiyyətlərindən biri onun tam assimetriyada olmasıdır. Assimetriya özünü okean və qitələrin qeyri-bərabər paylanması, torpaqların kontinental və dəniz hövzələrinin, iqlim şəraitinin müxtəlif olmasında göstərir.

Qeyri-canlı təbiətin fiziki-kimyəvi parametrləri, (bunları bəzən *abiotik* parametrlər də adlandırırlar) dünyanın müxtəlif nöqtələrində fərdi xarakter daşıyır. Buna görə də orqanizmlərin fəaliyyət mühiti (quruda və ya suda heç bit vaxt eyni cür ola bilməz. Bu xüsusiyyət hətta cəmi coğrafi en dairəsində yerləşən orqanizmlərə də aiddir.

Biosfera mühitinin sonsuz çoxcəhətliyini, çoxsaylı təkamül əlaqələri də yaratmışdır. Bu təkamül prosesinin təsirindən çoxsaylı heyvan və bitki orqanizmləri yaranmışdır. Qeyd etmək lazımdır ki, Linney dövründən sonra 100 mindən çox bitki, 3 min heyvan, 25 min quş, bir o qədər də balıq və 1 milyondan çox həşərat növləri kəşf edilmişdir.

Bu növlərin paylanma müxtəlifliyi, fiziki-kimyəvi şəraitin müxtəliflik dərəcəsindən asılılığı daha kəskin xarakter daşıyır.

Biosferin xüsusiyyətlərindən asılı olaraq əhalinin sıxlığı və yaxud canlı orqanizmlərin ümumi kütləsi (biokütlə) geniş həddlər daxilində dəyişir. Məsələn, bataqlıqlarda, okeanın bəzi sahələrində, yağıntıların miqdarı böyük olan meşələrdə biokütlənin qiymətləri, tundra, subtropik səhralar və okeanın subtropik sahələrində olan biokütlədən qiymətcə kəskin fərqlənirlər.

Biosfer mühitlərinin, sonsuz sayda növlərin və onların biokütlələrinin qeyri-bərabər paylanmasına baxmayaraq, biosferin fəza quruluşunda anarxiya nəinki müşahidə olunmur, hətta mikroorqanizmlər, bitki və heyvan qrupları müəyyən təbii qanunauyğunluqlar əsasında ancaq müəyyən şəraitə malik ətraf mühitdə formalaşıblar. *Biosenoz* adlanan hər bir qrup, növ və yarımnövlər arasında yüksək səviyyəli qarşılıqlı əlaqələr mövcuddur ki, bu əlaqələr hər bir qrupun özünə xas olan mürəkkəb daxili mexanizm vasitəsi ilə tənzim olunur.

Hər bir biosenoz müəyyən coğrafi sahəni əhatə edən, qeyri-üzvi mühitdə inkişaf edir. Bu mühit eynicinsli xarakter daşıyır və *biotop* adlandırılır. Biotop müəyyən abiotik amillərlə səciyyələndirilir. Bunlardan – coğrafi şərait, Günəş radiasiyası-

nın miqdarı, küləklərin intensivliyi, temperatur, nəmlik, su mühitində axınlarla, suda həll olmuş mineral maddələrin kəmiyyət və keyfiyyət və s. göstərmək olar. Hər bir biotop biosenozun fiziki əsasını təşkil edir. Biosenoz özünü isə ekoloji amillərin məcmusu kimi göstərir.

Biosferdə mövcud olan çoxsaylı canlı orqanizmlərin yaşadığı mühitlər içərisində zamana görə sabit olan ekoloji funksional birliklər mövcuddur. Bu birliklərə *ekosistemlər* deyilir.

Ətraf mühitin fiziki - kimyəvi xüsusiyyətlərinin (biotop) canlı orqanizmlər (biosenoz) ilə əlaqəsini səciyyələndirən münasibət toplusu ekosistemi təşkil edir. 1935-ci ildə Tansli aşağıdakı əlaqəni təklif etmişdir:

$$\text{Ekosistem} = \text{Biotop} + \text{Biosenoz}.$$

Biotop və biosenoz bir-birinə qarşılıqlı təsir göstərilir. Bu təsir onların arasında baş verən daimi enerji mübadiləsində özünü göstərir.

Hər bir ekosistem bitki və canlı orqanizmlərdən təşkil olunub. Orqanizmlərin qidalanma formasına görə ekosistemi üç qrupa bölmək olar:

1-ci qrupu bitkilər təşkil edir. Bu qrup fotosintez prosesinin həyata keçirilməsi ilə inkişafı və təkrar istehsalı təmin edirlər. Bunlar *avtotrof* (yəni özü-özünü qidalandıran) adlanırlar.

2-ci qrupu heyvanlar təşkil edir və onlara *konsument* deyilir. Heyvanlar ət və bitki ilə qidalanmasına görə iki yarımqrupa bölünür.

3-cü qrupu mikroorqanizmlər və çoxhüceyrəli mikroskopik bitkilər (bakteriyalar, göbələklər) təşkil edirlər. Bunlara *destruktorlar* deyilir. Bunların qidalanmasını çürümə prosesinin məhsulları təşkil edir. Bəzən 2 və 3-cü qrupu birləşdirərək *geterotroflar* adlandırırlar.

Göstərilənlərdən aydın olur ki, ekosistemdə növlər arası qidalanma və enerji əlaqə birmənalıdır və aşağıdakı istiqamətdə gedir:

avtotrof → geterotroflar,

daha tam şəkildə isə

avtotrof → konsumentlər → destruktorlar.

Göstərilən üç kateqoriyaya aid olan orqanizmlər bütün ekosistemlərə xas olan xüsusiyyətlərə malikdirlər. Ekoloji nöqtəyi-nəzərdən, bunlar müxtəlif qidalanma növlərinə və məxsusi enerji mənbələrinə malik olan təbii funksional mexanizmlərə aiddirlər.

Ekologiya elminin digər elmlərdən fərqi ondan ibarətdir ki, o hər bir ekosistemi, yəni və yaxud su hövzələrinin müəyyən sahəsini əhatə edir. Bu sahələrdə xarakterik mühit mövcud olur ki, bu da ekosistemin sahəsindən asılı olmur.

Ekosistemlərin sahəsi bir neçə kvadrat metrədən - min kvadrat kilometrə kimi, qalınlığı isə bir neçə santimetrədən (səhra torpaqları) on metrə kimi (nəm tropik meşələr) məxsus torpaqlarda, hətta bir neçə kilometrə (okean mühiti) çata bilər.

1.3. Ekosistemlərdə maddələr dövrəsi

Ekosistemlərdə abiotik amillər və canlı orqanizmlərin sonsuz qarşılıqlı təsirləri nəticəsində biotop və biosenozlar arasında fasiləsiz maddələr dövrəsi gedir. Hər bir ekosistemdə gedən maddələr dövrəsi avtotrof və geterotrof sistemlərin qarşılıqlı fizioloji əlaqələrinin nəticəsidir.

Hüceyrənin fəaliyyəti üçün 30-a yaxın sadə element və maddələrin, o cümlədən, karbon qazı, hidrogen, azot, fosfor, oksigen və s. (cədv. 1.1) olması əsas şərtlərdən hesab olunur.

Biosferdə və insan orqanizmində sıra nömrəsinə görə ardıcıl olaraq bəzi kimyəvi elementlərin miqdarı (%-lə)
(F. Ramad – 1981)

Cədvəl 1.1

No	Elementin adı	Sıra nömrəsi	Litosfera, atmosfer, hidrosfera	İnsan bədənində
1.	Hidrogen	1	0,95	9,31
2.	Karbon	6	0,18	19,37
3.	Azot	7	0,03	5,14
4.	Oksigen	8	50,2	62,81
5.	Fluor	9	0,10	0,009
6.	Natrium	11	2,35	0,26
7.	Maqnezium	12	2,08	0,04
8.	Alüminium	13	7,30	0,01
9.	Silisiyum	14	25,8	olduqca azdır
10.	Fosfor	15	0,11	0,64
11.	Kükürd	16	0,11	0,63
12.	Xlor	17	0,20	0,18
13.	Kalium	19	2,28	0,22
14.	Kalsium	20	3,22	1,38
15.	Mangan	25	0,08	0,0001
16.	Dəmir	26	4,18	0,005

Göstərilən və bəzi başqa elementlər fizioloji proseslər nəticəsində ya üzvi birləşmələrə (lipidlər, aminturşular) çevrilir, yaxud qeyri-üzvi ionlar kimi avtotrof bitkilər tərəfindən mənimsənilir. Bunlar isə öz növbəsində getetrof heyvanlar və mikroorqanizmlər tərəfindən mənimsənilərək istifadə olunur. Mikroorqanizmlərin fəaliyyəti nəticəsində bitki qalıqları, heyvan cəsədləri çürüyərək həll olunan mineral elementlərə və ya qazaoxşar birləşmələrə çevrilərək torpağa, suya və atmosfərə qaydır. Beləliklə, müxtəlif biogen elementlər fasiləsiz dövr edirlər. Biosferada “biogeokimyəvi dövrən” dedikdə canlı orqanizmlərlə qeyri-üzvi mühit arasında kimyəvi elementlərin mübadiləsi başa düşülür.

Göstərilən elementlərin dövrənlərin mövcud olması sistemin özünü tənzimlənməsinə şərait yaradır ki, bunun da nəticə-

sində ekosistemin dayanıqlığı təmin olunur. Bu mürəkkəb proseslərdə ən təəccüb doğuran amillərdən biri sistemlərdə iştirak edən elementlərin faizlə miqdarının həmişə sabit olmasıdır. Biokimyəvi dövrənlər əsas üç qrupa bölünür:

- 1) suyun dövrəni;
- 2) əsasən qazaoxşar fazada olan elementlərin dövrəni;
- 3) əsasən çöküntü vəziyyətində olan elementlərin dövrəni.

1.3.1. Suyun dövrəni

Su həyatın əsasını təşkil edən əsas elementdir. Kəmiyyətcə su canlı materiyanın ən geniş yayılmış qeyri-üzvi tərkib hissəsidir. İnsan orqanizminin 63%, göbələklərin 80%, bəzi meduzaların isə 98%-ni su təşkil edir.

Bitki toxumlarında suyun miqdarının 10%-dən aşağı olması, onda gedən həyat prosesin ləngiməsinə şərait yaradır.

Su üç aqreqat halında (bərk, maye, qaz) atmosfer, litosfera və hidrosferada müxtəlif cür paylanmışdır (cədv. 1.2).

Hidrosfera Yer kürəsinin 7/10 hissəsini təşkil edir (və ya 363 milyon km²). Biosferanın ümumi su kütləsinin 97%-i okeanların payına düşür.

Suyun biosferdə paylanması
(Hutchinsong)

Cədvəl 1.2

Suyun mövcudluq forması	Suyun həcmi (10 ⁶ km ³ -lə)
Okeanlar	1380
Çöküntü suları	210
Buzlaqlar	16,7
Yeraltı sular	0,25
Səthi kontinental sular	0,025
Atmosfer nəmliyi	0,013

Göstərilən rəqəmlər dəqiq deyil və ona görə də əsasən nisbi maraq kəsb edilir. Məsələn, Penmanın son tədqiqatlarına görə dünya okeanında suyun miqdarı 150 milyon km³ təşkil edir. Həmin alimin mülahizələrinə görə əgər yuxarıda göstərilən

suları ayrı-ayrılıqda bütün Yer kürəsinə bərabər miqdarda paylanarsa, suyun qalınlığı okean suları hesabına 2700 m, buzların hesabına 100 m, yeraltı suların hesabına 0,4 m, atmosfer nəmliyinin hesabına isə 0,03 m olar.

Atmosfer nəmliyinin qalınlığının nisbətən az olmasına baxmayaraq, bu sular suyun dövriyyəsinə və eləcə də onun biogeokimyəvi davranışında əsas rol oynayır. Atmosfer nəmliyinin qeyri-bərabər paylanması nəticəsində biosferanın müxtəlif rayonlarında yağıntıların miqdarında kəskin fərqlər yaranır.

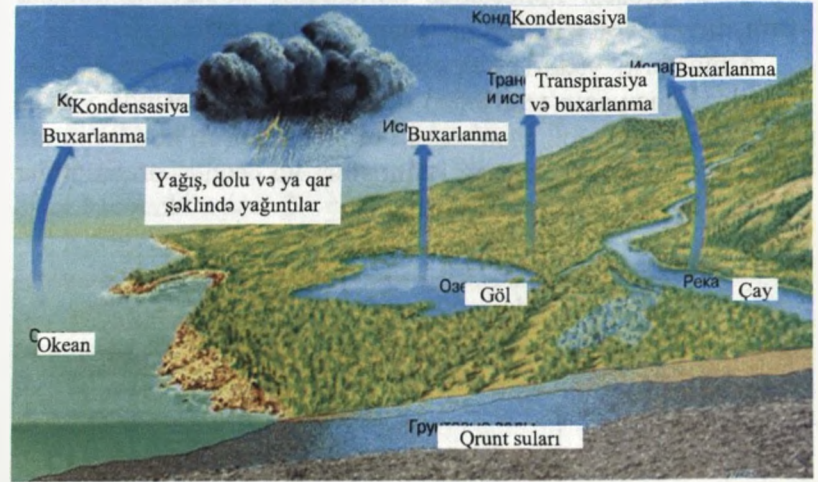
Atmosfer nəmliyinin coğrafi enlikdən asılı olaraq dəyişməsi aşağıdakı qanunauyğunluğa tabedir: Şimal qütbündə 2,5 mm, 45° şimal en dairəsində 10 mm, ekvator da 45 mm, 45° cənub en dairəsində 20 mm və cənub qütbündə 8 mm təşkil edir (rəqəmlər, en kəsiyinin sahəsi 1 sm² olan hava dirəyində, havanın kondensasiyası nəticəsində əmələ gələn su qatının qalınlığını göstərir). Ümumi yağıntıların 7/9-u okeana və 2/9-u quruya düşdüyündən suyun dövrəni əsasən okeanla atmosferin arasında gedir.

Quru sahələrə düşən yağıntıların bir hissəsi süzülərək yerin alt qatlarına keçir, bir hissəsi buxarlanır, digər hissəsi yerüstü axıntıya qatılır.

Suyun alt qatlarına süzülməsinin yerüstü ekosistemlər üçün əhəmiyyəti daha çoxdur. Bu torpağın su ilə təminatı üçün əsas tutur və məsələn, bunun nəticəsində bitki örtüyü inkişaf edir. Buxarlanma süzmənin əksi olan prosesdir. Əlbəttə buxarlanmanın qiymətindən asılı olaraq ərazinin su rejimi suyun formalaşsa da, buxarlanmasında da bitkilər özləri də aktiv iştirak edirlər. Hesablamalar göstərir ki, bir hektar sahədən biokütləsi 20 ton olan bitki örtüyünə nail olmaq üçün minimum 2000 ton su sərf edilir.

Bitkilər su ilə nə qədər çox təmin olunursa, buxarlanmanın qiyməti də artır. Bir hektar meşə gün ərzində 20 tondan 50 tona kimi su buxarlandırır (şək. 1.1).

Bir çox arid və yarımarid zonalarda buxarlanmanın qiyməti yağıntıların miqdarından çox olur. Məsələn Abşeron yarımadasında illik yağıntının miqdarı ildə 300-400 mm olduğu halda, illik buxarlanmanın miqdarı 1100-1200 mm təşkil edir.



Şək. 1.1. Suyun dövrəsinin ümumi sxemi

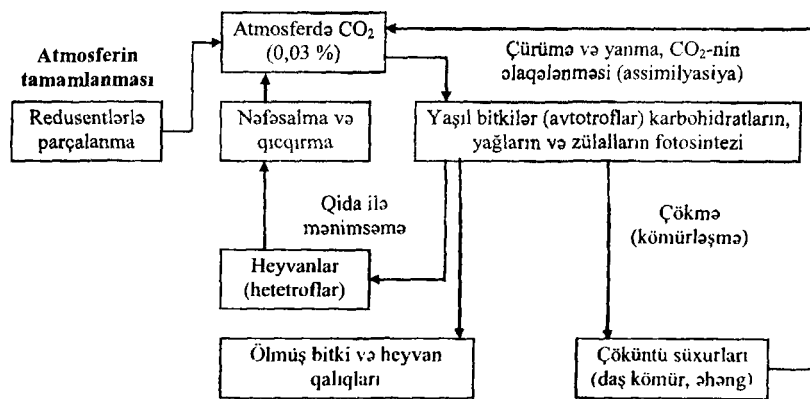
1.3.2. Oksigenin dövrəni

Kəmiyyət nöqtəyi-nəzərindən oksigen canlı materiyanın əsas hissəsini təşkil edir. Əgər hüceyrələrdə olan su nəzərə alınarsa, insan orqanizminin 62,8% oksigendən, 15,4% karbondan ibarətdir. Bütünlükdə biosferanı nəzərdən keçirsək görürük ki, bu element karbon və hidrogen kimi biosferanın əsas elementlərindən biridir.

Atmosfer oksigeni və çoxsaylı səthi və çöküntü minerallarının tərkibində olan oksigen biogen mənşəlidir. Müəyyən edilmişdir ki, Yer kürəsinin ilkin atmosferində oksigen olmamışdır. Onu, bilavasitə avtotrof orqanizmlər yaratmışlar.

Canlılar üçün təhlükəli olan ultrabənövşəyi şüaların yer səthində düşməsinin qarşısını alan ozon təbəqəsinin formalaşması atmosferin tərkibində oksigeninin miqdarının indiki konsentrasiyasının 1%-i təşkil etdiyindən başlamışdır. Ancaq bundan sonra avtotrof orqanizmlərin artımı ilə fotosintez prosesi nəticəsində atmosferdə oksigenin miqdarı artmışdır və ozon təbəqəsi nisbətən qalınlaşmışdır.

Atmosferin yuxarı qatlarında molekulyar oksigen yüksək enerjili radiasiyanın təsirindən dissosiasiya nəticəsində yaranan bildiriy halda belə, oksigen əsasən biogen mənşəli hesab olunur. Oksigenin dövrəni əsasən atmosfer və canlı orqanizmlər arasında baş verir (şək. 1.2).



Şək. 1.2. Oksigenin dövrəni sxemi

Canlı orqanizmlər tərəfindən tələb olunan oksigen sürətlə bərpa olunur. Hesablamalar göstərir ki, atmosferdə olan bütün oksigenin yenisi ilə əvəz olunması üçün 2000 il tələb olunursa, karbon qazının tam təzələnməsi üçün isə 300 il vaxt kifayətdir.

Bizim dövrdə insanın fəaliyyəti nəzərə alınmasa, fotosintez və nəfəsalma prosesləri nəticəsində təbiətdə oksigenin qiyməti sabit qalır. Geoloji dövrlər ərzində mühit tərəfindən yaranmış oksigenin böyük bir hissəsi litosferada karbonatlara, sulfatlara,

maqnezium, kalsium, mis, dəmir və başqa metalların oksidlərinə və onun digər törəmələrinə çevrilib. Ümumilikdə bu kütlə $590 \cdot 10^{14}$ ton təşkil edir. Atmosferdə dövr edən oksigenin ümumi kütləsi isə $39 \cdot 10^{14}$ ton təşkil edir. Bu kütlə, qaz halında, okean və kontinental sularda həll olmuş əsasən duzlar şəklində mövcuddur.

1.3.3. Karbonun dövrəni

Karbonun dövrəni CO və CO_2 qazları əsas rol oynayır. Göstərilən qazların təbiətdə dövrəni öz intensivliyinə görə digər biogeokimyəvi dövriyyələrdən kəskin fərqlənir.

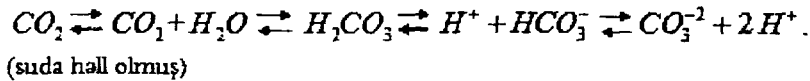
Karbon özü birinci dərəcəli biogen elementidir. Təbiətdə əsasən iki mineral formada olur: litosferada çox böyük həcmli çöküntülərlə təmsil olunan biogen mənşəli əhəngin karbonatları formasında təmsil olunurlar və karbonun ikinci mövcudluq forması təbii mühitdə böyük əhəmiyyət kəsb edən karbon qazı şəklində mövcud olur (CO_2 - karbon oksid).

Atmosferdə hal-hazırda təqribən onun 320 milyon⁻¹ hissəsi qədər karbon qazı vardır. Belə zəif konsentrasiyanın olmasına baxmayaraq, ancaq atmosfer qazının sayəsində quruda olan avtotrof bitkilərdə ilkin proseslər başlayır. Aparılan tədqiqat nəticələri göstərir ki, təkcə bu proses nəticəsində planet üzrə məhsulun miqdarı (quru kütlə) ildə 164 milyard ton təşkil edir.

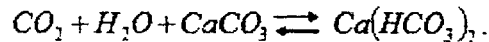
Atmosferdə karbon qazının miqdarı çox az dəyişikliyə uğradığı (məsələn, son yüz il müddətində cəmi 30 milyon⁻¹ qədər) üçün fərz etmək olar ki, bu qaz olduqca mobil xüsusiyyətə malikdir və onun atmosferdən başqa digər mənbəyi mövcuddur ki, həmin mənbə onun miqdarını tənzimləyir. Belə mənbə dünya okeanıdır. Okeanda həll olunmuş CO_2 -nin ümumi miqdarı atmosferdə olduğundan 50 dəfə çoxdur. CO_2 -nin hidrosfera, atmosfer və litosfera arasındakı mübadiləsi aşağıdakı kimyəvi reaksiyalarla göstərilə bilər:

CO_2 (atmosferə məxsus)

↑↓

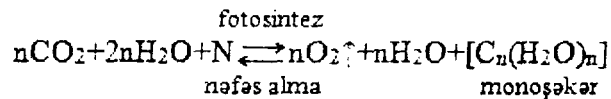


Qitə sularında (çaylarda, göllərdə) karbon qazının miqdarı az olsa da o, səth mineralları ilə qarşılıqlı əlaqəyə girə bilər. Bu minerallar karbonatlı (məsələn, əhəng) olduqda dövriyyədə hidrokarbonatlar timsalında suda həll olmuş kalsium daxil olur, yəni:



Əmələ gələn kalsium hidrokarbonat səth suları və çaylar vasitəsilə okeana tökülür ki, bundan da dənizdə yaşayan bir çox onurğasız heyvanlar özlərinin xarici skeletlərini yaradırlar.

Suda həll olmuş və atmosferin tərkibində olan karbon qazı qeyri-üzvi karbonun yeganə mənbəyidir. Bioloji xlorofil assimilyasiyası prosesi bunun nəticəsində baş verir və hüceyrəni təşkil edən bütün bioloji substansiyalar (tərkib) bu prosesin məhsuludur. Fotosintez prosesinin reaksiyası aşağıdakı kimi göstərilə bilər:



burada N - Günəş şüalanması spektrində qırmızı dalğa (dalğa uzunluğu 0,65 – 0,70 mkm oblastına düşən və xlorofil pigmentləri tərəfindən udulan enerjinin (kkal)- ilə ölçülən qiymətidir.

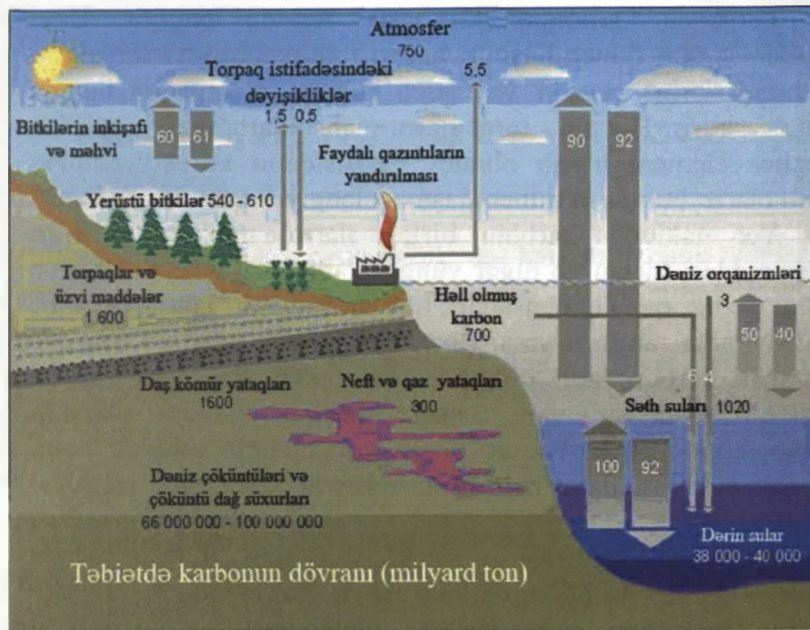
Bu enerji bitki və heyvanlar aləmi tərəfindən bioloji proseslər nəticəsində mexaniki, kimyavi, osmotik və elektrik enerjisinə (beyin hüceyrələrinin fəaliyyəti) çevrilərək onların təbii mövcudluğunu təmin edir.

Torpaqda karbonun dövriyyəsi tez-tez ləngiyir. Üzvi maddələr tam minerallaşmır, ancaq mürəkkəb üzvi turşuların komplekslərinə çevrilir və nəticə etibarilə torpaqda humus əmələ gətirir. Humus - torpaqların məhsuldarlığını təmin edən başlıca element hesab olunur. Ekosistemin xüsusiyyətindən asılı olaraq humusun minerallaşması ləngiyir, yaxud sürətlənir.

Yer təkində karbon birləşmələrin müxtəlif növləri mövcuddur: metan və digər yüngül karbohidrogenlər, təbii və səmt qazlar, qaz kondensatları, neftlər, müxtəlif kömürlər, torf, yanar şistlər, antrasit və s. Hətta hidrosferdə müxtəlif şəraitdə yaranan karbon, həll olmuş karbon oksid və digər karbon tərkibli maddələr var. Sənaye inkişaf etdikcə planetin atmosferində də karbonun, onun birləşmələrin miqdarı daim artmaqdadır. Bunların hamısının əsasında antropogen fəaliyyət durur.

Göstərilən hadisələrin gedişi və nəticələri karbonun biosferada ümumi dövrənini əks etdirir. Lakin insanın təbiətdə gedən proseslərə ciddi surətdə müdaxiləsi bu proseslərin istiqamətini dəyişmişdir. Xammal və yanacaq kimi karbohidrogenlərdən böyük miqdarda istifadə olunması atmosferdə karbon qazının miqdarını artırmışdır (şək. 1.3).

Azotun təbiətdə dövrənini ən mürəkkəb və eyni zamanda ən ideal maddə dövrənini hesab olunur. Azotun dövrənində çoxsaylı orqanizmlərin iştirakına baxmayaraq, dövrən azotun müxtəlif ekosistemlərdə sürətli dövriyyəsinə təmin edir. Bütün protein maddələrin hazırlanmasında azot, karbondan sonra ən aktiv iştirak edən elementlərdən olmasına baxmayaraq bu elementlərin təbii dövrənini bir-birinə nisbətən fərqlənirlər. Belə ki, azot atmosferin tərkibində karbon qazından dəfələrlə çox olmasına baxmayaraq, bu element ancaq məhdud sayda orqanizmlər tərəfindən istifadə olunur. Eyni hadisə çürümə məhsulları ilə də baş verir. Belə ki, əgər çürümədə karbon karbon qazı kimi ayrılırsa, azotun ancaq kiçik bir hissəsi qaz kimi ayrılır.



Şək. 1.3. Karbonun dövrani

1.3.4. Azotun dövrani

Bir də qeyd etmək lazımdır ki, canlı orqanizmlərin azotun dövrənində rolu müəyyən qanunauyğunluq əsasında qurulub. Yəni ancaq müəyyən kateqoriyaya aid olan orqanizmlər azotun dövriyyəsinin müəyyən fazalarına təsir göstərə bilirlər. Azotun əsas mənbəyi atmosferdir – onun 79%-ə yaxın hissəsini azot təşkil edir. Qaz formasında azot atmosfərə denitratlaşdırıcı bakteriyalar tərəfindən daxil olur. Digər bakteriyalar (göy-yaşıl su yosunlar) onları udur və nitrata çevilir.

Bakteriyaların iştirakı ilə əmələ gələn üzvi azotun miqdarı çoxdur. Müəyyən olunmuşdur ki, abiotik mənşəli azotun atmosferdən torpağa keçən hissəsinin miqdarı ildə hər hektara 10 kq olduğu halda, sərbəst bakteriyaların fəaliyyəti

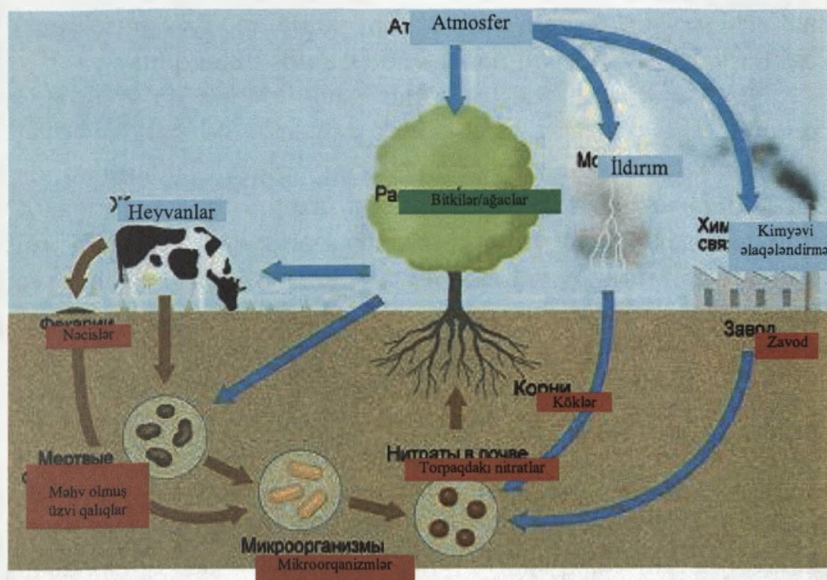
nəticəsində bu rəqəm 25 kq/ha, simbioz (*R. husobium*) bakteriyaların fəaliyyəti nəticəsində isə ildə 200 kq/ha-a çatır.

Azotun dövrani destrukturlar səviyyəsində də müşahidə olunur. Bu element biokütlədə mövcud olduğundan üzvi nitritlərin tərkibində mühitə daxil olur. Tullantılarında tərkibində olan proteinlər və üzvi azotun başqa formaları müxtəlif mikroorqanizmlərin təsirinə məruz qalırlar. Bu təsirin nəticəsi onların mövcudluğunun energetik əsasını təşkil edir və nəticədə mürəkkəb proseslər nəticəsində azot ammoniyaya çevrilir.

Ammonyak azotunun bir hissəsi bilavasitə bitkinin köklərinə keçib yenidən azota çevrilərək nitratlaşdırıcı bakteriyalar tərəfindən hüceyrə üçün enerji mənbəyi yaradır.

Torpaqda gedən denitratlaşma prosesi nəticəsində nitratların azalmasına gətirib çıxarır. Məsələn, *Pseudomonas* bakteriyası nitratdan oksigen mənbəyi kimi istifadə etmək üçün qlukozanı parçalayıb ATF alınmasına səbəb olur. O, NO_3^- ionunu parçalayır və nəticədə əmələ gələn molekulyar formada azot atmosfərə uçar.

Atmosfer azotunun mənbələrindən biri də vulkanlardır. Vulkanlar atmosferdə müxtəlif səbəblər nəticəsində azalan azotu kompensasiya edir. Azotun təbiətdə dövrani ümumiyyətlə mürəkkəb xarakter daşıyır. Bu sxematik şək.1.4 - də göstərilmişdir.



Şək. 1.4. Azotun dövranı

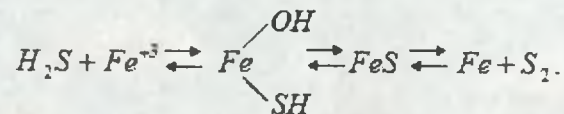
1.3.5. Kükürdün dövranı

Kükürdün çoxlu sayda qaz birləşmələrinin olmasına baxmayaraq, kükürdün dövrasında əsas rol oynayan birləşmələr hidrogen sulfid (H_2S) və kükürd anhidrididir (SO_2). Kükürdün dövranı əsasən çöküntü təbiətlidir.

Canlı aləm üçün kükürdün əsas mənbəyi müxtəlif sulfatlardır. Bir çox sulfatların suda yaxşı həll olması onların ekosistemlər tərəfindən yaxşı mənimsənilməsinə yaxşı şərait yaradır. Sulfatları qəbul edən bitkilər onları bərpa edib amin turşuların yaradılmasına şərait yaradır. *Beggiataa* kimi bakteriyalar isə hidrogen sulfidi bərpa edərək elementar kükürdə çevrilə bilər.

Kükürdün dövrasının son fazası çöküntü fazasıdır. Bu prosesin müxtəlif mərhələləri - xüsusən dönər mərhələləri

süxurların çöküntü ehtiyatından istifadə etməyə kömək edir. Bu faza aşağıdakı reaksiya üzrə gedir:

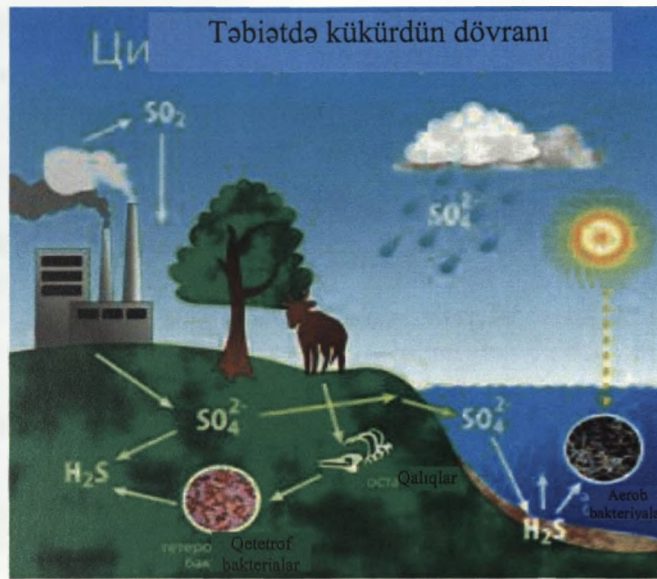


Beləliklə, proses nəticəsində dərinə yerləşən süxurlarda tədricən kükürdün toplanması müşahidə olunur. Qeyd etmək lazımdır ki, biosferada çöküntü süxurlar kükürdün əsas ehtiyatını təşkil edirlər. Bu süxurlar piritlər və həmçinin sulfatlar (gips) formasında olurlar. Kükürdün biosferada dövranı sxematik olaraq şək. 1.5-də göstərilmişdir.

1.3.6. Fosforun dövranı

Fosforun dövranı nisbətən sadədir və tam deyil. Fosfor canlı aləmi təşkil edən əsas elementlərdən biridir və orqanizmlərdə bu elementin miqdarı digərlərinə nisbətən çoxdur. Bunlardan böyük bioloji əhəmiyyət kəsb edənlər fosforlaşmış molekullar adlanan nukleotidlər və fosfatil-lipidlər xüsusi qeyd olunmalıdırlar.

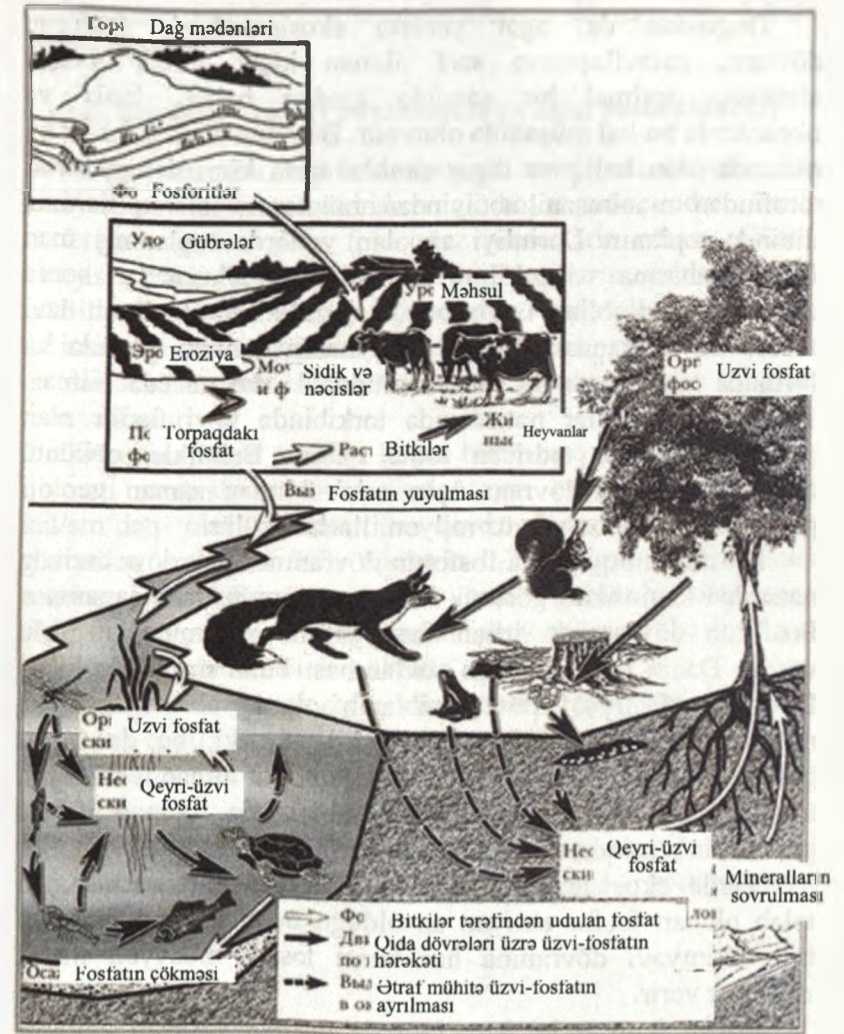
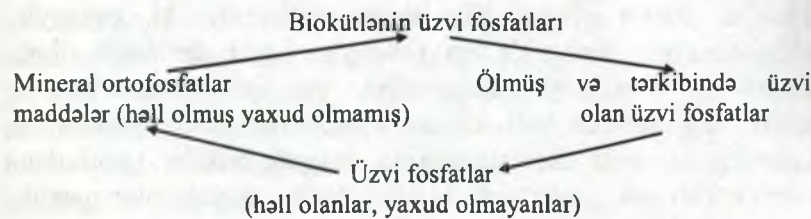
Canlı aləm üçün istifadəsi mümkün olan bütün fosfor ehtiyatı bilavasitə litosferada cəmləşmişdir. Qeyri-üzvi fosforun əsas mənbələri vulkanik süxurlar (məsələn, apatitlər), yaxud çöküntü süxurlarıdır (məsələn, fosforitlər). Biosferada mineral fosfora çox az rast gəlinir. Yer qabığında onun miqdarı 1%-dən yuxarı olmur. Elə bunun nəticəsidir ki, çoxsaylı ekosistemlərin məhsuldarlığı müəyyən hədd daxilində olur. Qeyri-üzvi fosfor yer qabığından, yer qabığı süxurlarının kontinental sulara həll olması və qələviləşməsi nəticəsində çıxarılır. O, quru ekosistemlərinə düşərək bitkilər tərəfindən mənimsənilərək, müxtəlif birləşmələrin sintez olunmasına şərait yaradır.



Şək. 1.5. Kükürdün dövranı

Sonra üzvi fosforlar cəsədlər və tullantılar vasitəsilə torpağa qaydır və orada yenidən mikroorqanizmlərin təsirinə məruz qalaraq mineral ortofosfatlara çevrilir və onlar da tədricən bitkilər tərəfindən mənimsənilir (şək. 1.6).

Müəyyən olunmuşdur ki, bütün su ekosistemlərində həll olub-olmamasından asılı olaraq fosfor aşağıda göstərilən dörd formada mövcud olur, yəni:



Şək. 1.6. Fosforun dövranı

Doğrudan da, əgər yerüstü ekosistemlərdə fosforun dövrünü, qələviləşməyə sərf olunan kiçik itkilər nəzərə alınmasa optimal bir şəraitdə getdiyi halda, dəniz və okeanlarda bu hal müşahidə olunmur. Bu onunla əlaqədardır ki, okeanda ölən balıq və digər canlılar qida kimi destruktorlar tərəfindən mənimsənilmədiyindən müntəzəm olaraq dənizin dibində toplanır. Dərinliyi az olan yerlərdə toplanmış üzvi fosfor qabarma və çəkilmə zamanı minerallaşmadan sonra dövrəyə qayıda bilər. Lakin böyük dərinliklərdə toplanan üzvi fosfor isə dövrədən çıxmış olur. Lakin dənizin dibində bu formada toplanması da sonsuz müddətdə davam edə bilməz. Tektonik hərəkətlər nəticəsində tərkibində üzvi fosfor olan çöküntü süxurlar tədricən səthə qalxır. Beləliklə, çöküntü elementlərin tam dövrünü üçün tələb olunan zaman geoloji periodlarla, yəni on və yüz milyon illərlə ölçülür.

Biosfera miqyasında fosforun dövrünü kiçik dövr ərzində nəzərdən keçirdikdə görürük ki, onun dövrünü tam qapanmır. Fosforun dövründə insan fəaliyyətinin də müəyyən rolu vardır. Dəniz heyvanlarının ovlanması buna misal ola bilər. Lakin bu fəaliyyət növündən asılı olaraq alınan fosforun miqdarı cəmi ildə 60000 ton təşkil edir ki, bu da fosfat gübrələrinin qələviləşməsi nəticəsində alınan fosforun miqdarından çox azdır. Dünyada istifadə olunan fosfat gübrələrinin miqdarı isə milyon tonlarla ölçülür.

Yerdə ekosistemlərin normal fəaliyyət göstərməsi üçün tələb olunan fosfor ehtiyatı az olduğu üçün insanın fosforun biogeokimyəvi dövrünə hər hansı təsiri, müəyyən mənfi nəticələr verir.

Fosfor həm suda, həmçinin də quruda yaşayan avtotrof orqanizmlərin artımını limitləşdirən əsas amildir. Bu element eyni zamanda, biosferanın birinci məhsuluna nəzarət edən elementdir. Hətta fərz etmək olar ki, fosfor digər biogeokimyəvi dövrələrin bir növ tənzimləyicisi rolunu oynayır. Məsələn, nitratların suda və oksigenin atmosferdə miqdarı fosforun

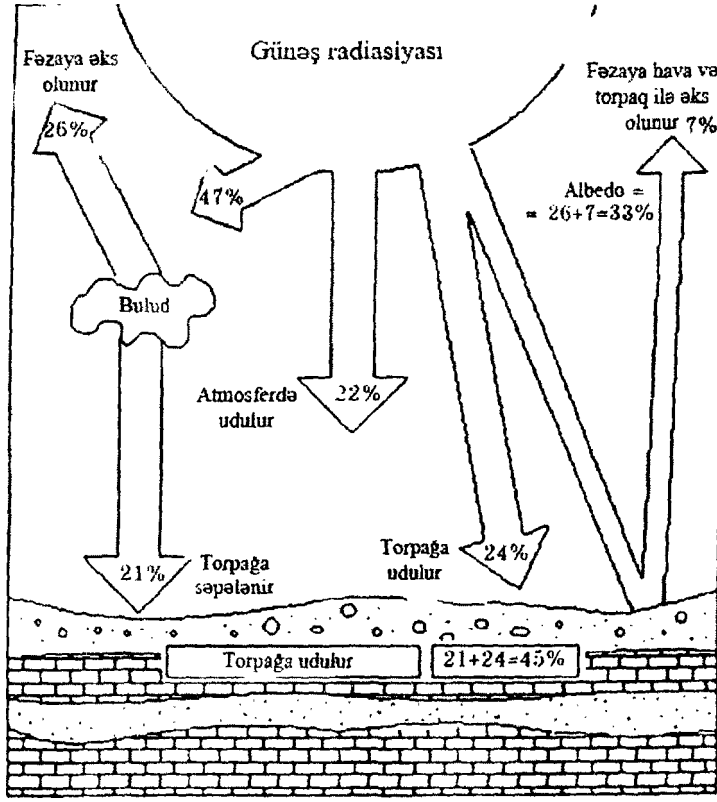
dövründən asılıdır. Fosforun biosferada dövrünü şəkl. 1.6-da göstərilmişdir.

1.4. Biosferdə enerji paylanması və ilkin məhsuldarlıq

Günəş enerjisi biosferdə yeganə enerji mənbəyidir. Bu enerji hesabına Yer üzərində canlı həyat mövcuddur. Canlı materiyada gedən aktiv fotosintez proseslərin əsasını Günəş enerjisi təşkil edir. Digər ekoloji amillərin sabit qaldığı mühitlərdə Günəş enerjisi çox olan biotoplarda xlorofill assimilyasiyası daha intensiv gedir. Ərazinin yerləşdiyi coğrafi en dairəsindən asılı olaraq Günəşdən gələn enerjinin miqdarı müxtəlif olur.

Əgər biz vahid səthdən keçən bütün işıq dalğaları cəminin qiyməti stratosferin sərhəddində təyin etsək, bu qiymət 2 kal/sm²dəq olar. Xüsusi ilə qeyd olunmalıdır ki, bütün göstərilən enerjinin 99% spektrin 0,2-4 mkm diapazonunda cəmləşmişdir. Bu enerjinin yarısı görünən diapazona (0,38-0,77mkm), qalanı isə yaxın ultrabənövşəyi və infraqırmızı diapazonlar arasında bölünür.

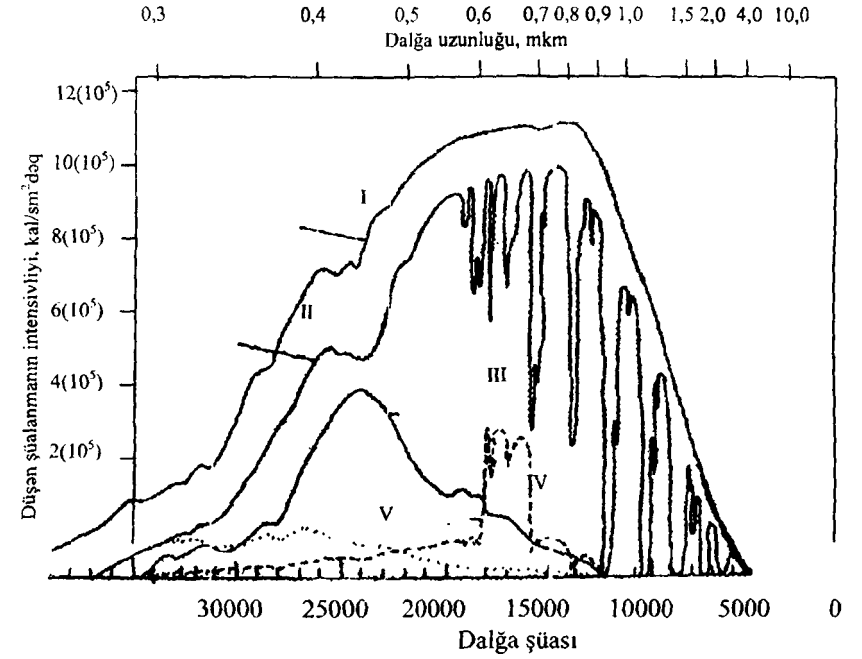
Stratosferin yuxarı sərhəddinə çatan Günəş şüalanmasının 30%-dən çoxu, atmosfer, buludlar və kosmik fəza tərəfindən, 8%- tozlardan və asılı hissəciklərdən əks olunur. Şüalanmanın 10%-dən çoxu su buxarları, ozon və başqa qazlar vasitəsilə udulur. Yerin biosfer həddlərində Günəş enerjisinin daxil olması və paylanması aşağıdakı şəkildə göstərilmişdir (şəkl. 1.7).



Şək. 1.7. Yerin biosfer hüdudlarında Günəş enerjisinin daxil olması və paylanması

Yer səthinə atmosferdən keçən enerji düşür ki, bu da ümumiyyətlə Günəş enerjisinin çox az bir hissəsidir.

Ekosistemlər bütün enerjinin cəmi 40%-dən istifadə etmək imkanına malikdir. Göstərilən enerjinin ancaq ¼-i bitkilər tərəfindən istifadə olunaraq fotosintez prosesini stimullaşdırır. Günəş spektrin də enerjinin paylanması şək.1.8-də göstərilmişdir.



Şək. 1.8. I- Atmosferin xaricində Günəş spektri, II- buludsuz havada dəniz səviyyəsində Günəş şüalanması; III- tam buludla örtülmüş havadan keçən Günəş işığı, IV- bitki örtüyündən keçən Günəş işığı, V- şüşə örtükdən keçən Günəş işığı

Xlorofil və ona yaxın digər pıqmentlər (0,4-0,5 mkm) və (0,61-0,65 mkm) dalğa uzunluğunda cəmləşən enerjini udurlar (şək.1.8). Buna görə də real şəraitdə görünən diapazonda alınan enerjinin ancaq 10%-i biokütləyə transformasiya olunur. Hesablamalar göstərir ki, Günəş enerjisinin təsiri ilə biokütlənin fotosintez prosesi nəticəsində yaranması onun ümumi enerjisi ilə müqayisə etdikdə fotosintezin cəmi f.i.ə. -- 0,1-1,6%, yəni çox aşağı olur.

Günəş enerjisinin orta hesabla 1%-i bitkilər tərəfindən sərf olunur. Ancaq bir neçə təsadüfi halda, məhsuldarlığı yüksək olan bəzi mədəni bitkilər üçün bu qiymət 3%-ə çata bilər.

Fotosintezdə assimilyasiya nəticəsində alınan biokütlənin ümumi həcminə ilkin məhsulun məcmusu və ya onun ilkin məhsuldarlığı deyilir.

Kəmiyyət nöqtəyi-nəzərindən hər hansı ekosistemin ilkin məhsuldarlığı dedikdə vahid zaman müddətində vahid sahədən alınmış məhsuldarlıq başa düşülür. Məsələn, ilkin məhsuldarlıq, bir ildə bir hektar sahədən götürülmüş quru kütlənin tonlarla miqdarı ola bilər. Lakin məhsuldarlığın kalorilərlə ölçülməsi daha əlverişli hesab olunur. Müəyyən olunmuşdur ki, 1 q lipid 19 kkal, 1 q canlı yarpaq isə 4,5 kkal enerjiyə uyğundur və kkal/m²-lərlə ölçülür.

1.5. Ekosistemlərin məhsuldarlığı

Ekosistemlərin ilkin məhsuldarlığı Günəş enerjisinin canlı orqanizmlər (xüsusi ilə bitkilər) tərəfindən mənimsənilmə intensivliyi ilə müəyyən olunur. Bu mənimsənilmənin mexanizmini fotosintez və homosintez prosesləri təşkil edir. Göstərilən proseslər nəticəsində bitki və orqanizmdə üzvi maddələr toplanır ki, bunlar da yem məhsulu kimi istifadə olunur.

Fotosintez və homosintez proseslərinin yüksək intensivliyi həm təbii, həm də süni ekosistemlərdə müşahidə olunur. Intensivliyin artmasının əsas meyarı Günəş enerjisindən istifadənin effektivliyi təşkil edir. Beləliklə, bioloji məhsuldarlıq kimyəvi və sənaye məhsuldarlığından fərqlənir. Ümumiyyətlə, bioloji məhsuldarlığın təyin olunmasında müəyyən xüsusiyyətlər nəzərə alınmalıdır. Bu xüsusiyyətlərin nəzərə alınmasından asılı olaraq cədv. 1.3-də məhsuldarlığın təyin olunma yolları göstərilmişdir.

Günəş enerjisindən asılı olaraq məhsuldarlığın dəyişməsi
Cədvəl 1.3

A. İstifadə olunma, %				
	Günəşin şüalanma enerjisi	Avtotrof səviyyədə udulma	İlkin məhsulun məcmu	Təmiz ilkin məhsul (geterotroflara yararlı)
Maksimum	100	50	5	4
Əlverişli şəraitdə orta qiymət	100	50	1	0,5
Biosfera üçün orta qiymət	100	< 50	0,2	0,1
B. Effektivlik				
1 - 2	50	50	< 50	
1 - 3	5	1	0,2	
2 - 3	10	2	0,4	
3 - 4	80	50	50	
1 - 4	4	0,5		
C. Kkal/m ² il (yuvarlaqlanmış rəqəmlər)				
Şüalanma enerjisi		İlkin məhsulun məcmu	Təmiz ilkin məhsul	
1 000 000	Maksimum	50000	40000	
	Məhsuldar rayonlar üçün	10000	5000	
	Orta qiymət			
	Yarımarid rayonlar üçün	1000	500	
	Biosfera üzrə orta qiymət	2000	1000	

Cədvəldə verilmiş qiymətlər aşağıdakı şərtlər daxilində alınmışdır.

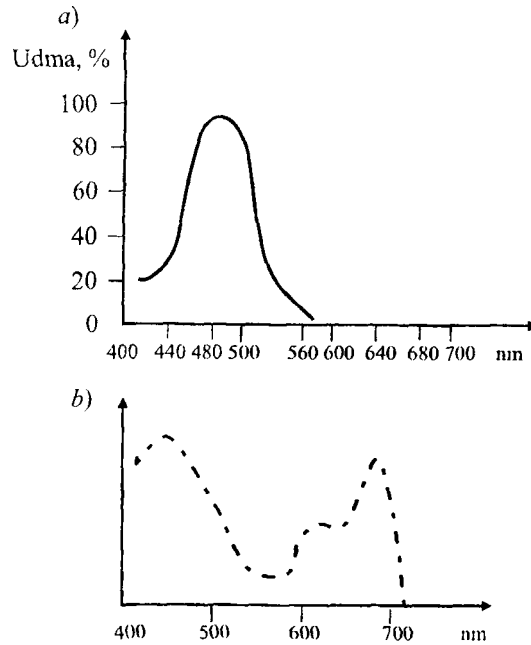
1. Qidalandırıcı maddələr, nəmlik və temperatur limitləşdirilməyib. Ekosistemlər əlavə enerji alıb.

2. Qidalandırıcı maddələr, nəmlik və temperatur limitləşdirilib.

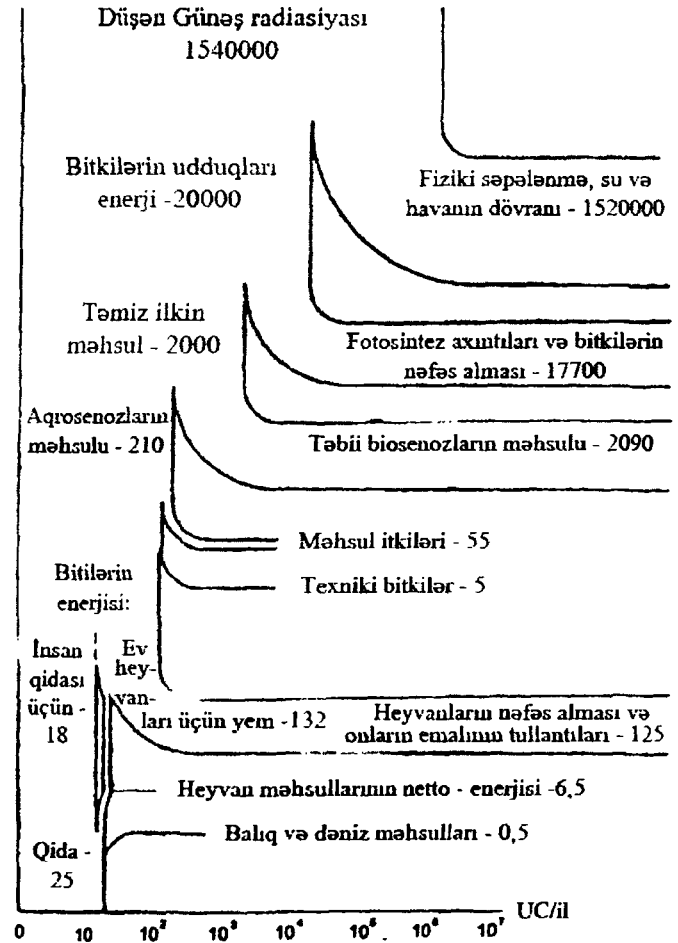
3. Bütün biosfer üzrə (5-10 km²) ümumi məhsuldarlığın 5·10²⁰ kkal qiymətinə görə müəyyənləşdirilib.

Cədvəldən görünür ki, ilkin formalaşmasında əsas meyar Günəşin şüalanma enerjisidir. Ekosistemlərin özünü qorumaq

üçün tələb olunan enerjinin azaldılması əlavə enerji hesabına əldə olunur. Buna bəzən *köməkçi enerji* də deyilir (şək. 1.9). Yerüstü böyük miqyaslı ekosistemlərin məhsuldarlığı sistemin özünə xas olan xüsusiyyətləri ilə yanaşı, ekosistemin yerləşdiyi coğrafi şəraitdən də asılı olur. Məsələn, tropik meşələrdə ilkin məhsulun miqdarı (quru qalıq) hər kvadrat metrdən il ərzində 800 q təşkil etdiyi halda (800 q/il m^2) səhralarda və tundrada bu qiymət heç 100 q/il m^3 -ə çatmır (şək. 1.10). Okeanda isə bu qiymət cəmi 50 q/il təşkil edir.



Şək. 1.10. Bitki örtüyünün udma qabiliyyətinin dalğa uzunluğundan asılılığı: a) avtotrof bitki pigmentlərinin udma spektrləri; b) uyğun fotosintez intensivliyinin spektri



Şək. 1.9. Yer səthinə düşən Günəş enerjisinin ümumi balansı

Çoxsaylı ekoloji amillər ilkin məhsuldarlığı məhdudlaşdırırlar. Müəyyən olunmuşdur ki, əgər ekosistemin məhsuldarlığı üçün bütün amillər normada olub, təkcə bir amil normadan kənar olarsa, bunun nəticəsində məhsuldarlıq çox böyük

qiymətdə aşağı düşə bilər. Əsas limitləşdirici amillər kimi aşağıdakıları qeyd etmək olar: temperatur, nəmlik, karbon qazının miqdarı, azot, fosfor və digər biogen elementlərin kifayət qədər olması

Cədvəl 1.4-də bəzi yerüstü böyük ekosistemlərin illik ilkin məhsuldarlığı göstərilmişdir.

Hətta nəm tropik meşələrdə bitki biokütləsinin çox böyük qiymətə malik olmasına baxmayaraq, burada məhsuldarlıq yüksək temperatur və mineral maddələrin çatışmaması üzündən məhdudlaşır. Səhra və çöllərdə məhsuldarlıq su çatışmamazlığı üzündən aşağı olur.

Böyük ekosistemlərin illik ilkin məhsuldarlığı

Cədvəl 1.4

Makro- ekosiste m	Sahə, 10 ⁶ km ²	Qurunun ümumi sahəsinin müvafiq hissəsini n sahəsi, %	Karbonu n qeydə alınması, t/il ha	Təmiz il-kin məh- suldarlı q t.q.q./il ha	Ümumi üzvi biokütlə , 10 ⁶ ton	Kalorili k 10 ¹⁸ kkal
Meşələr	40,6	28	3	7	28,4	11,4
Aqroeko- sistemlər	14,5	10,0	2,5	6	8,7	3,5
Çöllər və otlaqlar	26,0	17	1,5	4	10,4	4,2
Səhralar və tundra	54,2	36	0,1	1	5,4	2,2
Buzlaqlar	12,7	9	0	0	0	0
Cəmi	148, 0	100	7,1	18	52,9	21,3

Günəş enerjisinin bitkilərin biokütləsində çevrilməsinin effektivliyi (f.i.ə.) müxtəlif ekosistemlərdə müxtəlif olur. F.i.ə.

meşələr üçün ~ 3% olduğu halda, çöllərdə 0,1%, səhra və tundrada isə 0,05% təşkil edir.

Ekosistemlərdə digər məhsuldarlıq növü *ikinci* məhsuldarlıq adlandırılır. İkinci məhsuldarlıq, yəni ikinci məhsuldarlığın hesabına geterotrof (konsument və destruktör-lar) səviyyəsində canlı materiyanın toplanmasına deyilir. İkinci məhsulun yaranma effektivliyi olduqca aşağıdır, belə ki, qəbul olunan enerjinin böyük bir hissəsi müxtəlif fazalarda hüceyrələrin nəfəs almasına sərf olunur.

Geterotrofların xüsusiyyətindən asılı olaraq enerjinin çevrilmə effektivliyi müxtəlif olur, məsələn, 1 kq mal əti almaq üçün 50 kq yaşıl ot, balıqçılıqda 1 kq balıq əti almaq üçün 5 kq ot məhsulu tələb olunur.

1.6. Biosferin pozulma amilləri

Geoloji dövr nöqtəyi nəzərindən Yer üzərində indiyə kimi mövcud olmuş çoxsaylı canlıların heç biri biosferanın pozulmasına təsir göstərməyib. Lakin, insanın yaranması (3-cü dövrün sonu) ilə biosferin sürətlə pozulması başlanmışdır. Bu dövr təqribən 1,8 milyon ili əhatə edir. Göstərilən dövrün son milyon ilində insanın təkamül prosesi getmiş, digər canlılarla mübarizədə tam üstünlük əldə edərək biosenoza dağıdıcı təsir göstərmişdir.

Biosferə əsas potensial təhlükənin tarixi bir neçə yüz min ildir. Bu dövr *Homo Sapiens* -in yaranma dövrüdür. Bu dövr etibarən daimi texniki tərəqqi və əhəlinin kəskin artımı ətraf mühitə o vaxta kimi qeydə alınmayan təsir göstərmişdir. Beləliklə, insan biosferanın pozulmasında yeganə səbəbdir. Pozulma dərəcəsi son həddə çatmasa da artıq ona sürətlə yaxınlaşmaqdadır.

İnsanın fəaliyyəti nəticəsində yaranan vəziyyəti xarakterizə edən amillər iki böyük qrupa bölünür: 1. Texniki təsir; 2. Demografik partlayış.

1.6.1. Texniki təsir amili

İnsan tərəfindən odun əldə olunmasına kimi, insan ətraf mühitlə ekoloji nöqteyi nəzərdən ideal qarşılıqlı əlaqədə olub. İnsanların təbii mühitə təsiri olduqca məhdud çərçivədə olub və onlar ekosistemin tərkib hissəsi və biosenozun çoxsaylı elementlərindən biri olmuşdur. Təbiətin başqa canlılar kimi, insan da maddələr dövründə və enerjinin bölüşdürülməsində iştirak edib. Paleolit dövrünün ovçuları od əldə edəndən sonra, öz saylarına qeyri-mütənasib olaraq ətraf mühitin üzərinə dağıdıcı hücum keçdilər. Bu dövrdən başlayaraq insanlar təbiətdən öz ehtiyaclarından qat-qat çox maddi nemətlər almağa başladılar. Bu dövrdən etibarən başlayan yağıntılar isə, hələ paleolit dövründə Mərkəzi Avropanın bitki örtüyünü fəlakətli surətdə məhv edirdi.

Əgər göstərilən dövrün başlanğıcında insanın ətraf mühitə münasibəti qeyri-şüurlu surətdə baş verirdisə, göstərilən dövrün sonlarında insan artıq şüurlu surətdə ətraf mühitə zərər verməyə başlayır. Bu özünü meşələrin və təbii bitki örtüyünün məhv edilərək mədəni bitkilər üçün əkin sahələrinin yaradılmasında daha qabarıq şəkildə göstərdi. Bunun nəticəsində savannalar Afrikanın qərbinə və cənubi-şərqi Asiyanı tamamilə tutdu. Təqribən 10 000 il bundan öncə Şimali Amerikanın hinduları da meşələri yandıraraq, bizonlar üçün otlaqlara çevirdilər.

Paleolit dövründə insanlar böyük ərazilərdə bitki örtüyünü məhv etməklə, yaxud onun strukturunun dəyişməsi ilə yanaşı, heyvanlar aləminə də (xüsusən onurğalılara) hiss olunacaq dərəcədə zərər verdilər. Bunun nəticəsi olaraq heyvanlar aləminin 60%-i tamamilə məhv edildi.

1.6.2. Kənd təsərrüfatı – biosferanın pozulmasında ilkin amil kimi

Neolit dövrünün başlanğıcında kənd təsərrüfatının meydana gəlməsi ilə əlaqədar olaraq insanın biosferaya təsiri dəfələrlə artmış oldu. Bu vaxtdan etibarən əhalinin sürətlə artımı başladı. Şübhəsiz ki, bu proses insan cəmiyyəti tarixində ikinci texnoloji inqilab kimi özünü göstərdi. Bunun təsirindən dünyanın müxtəlif hissələrində sinfi strukturu formalaşdı. Bu sinfi struktur indi də bir sıra ölkələrdə mövcuddur.

Kənd təsərrüfatının inkişafı ətraf mühitə təsiri nöqteyi nəzərdən birinci antropogen amil kimi qiymətləndirilməlidir. Bu amilin əsas təsiri ekosistemlərin dəyişməsində özünü göstərdi. Bunun nəticəsində planetin meşə örtüyünün çox hissəsi əvvəlcə otlaqlara, sonra isə kənd təsərrüfatı bitkiləri üçün sahələrə çevrildi. Məsələn, təkcə Çində neolit dövrünün əvvəllərində bütün ərazinin 90%-i meşə ilə örtülmüşdüsə, indi bu qiymət cəmi 5% təşkil edir.

İnsanın belə fəaliyyəti nəticəsində qida məhsulları sürətlə artdı və nəticədə insanın əlində böyük qiymətdə mexaniki və digər növ enerjinin enerji toplanması üçün şərait yarandı.

Kənd təsərrüfatının meydana gəlməsi, əhalinin oturaq həyat rejiminə keçməsinə və beləliklə də yaşayış məntəqələrinin yaranmasına və sürətlə artıb inkişafına səbəb oldu.

Bədbəxtlikdən torpaqdan istifadənin düzgün həyata keçirilməməsi (suvarmanın intensivliyinin artırılması, otlaqların səhrələşməsi) nəticəsində torpağın məhsuldarlığı fəlakətli surətdə aşağı düşdü. Məsələn, bunun nəticəsidir ki, 8000 il əvvəl kənd təsərrüfatının inkişaf etdiyi böyük ərazilər indi səhralara çevrilmişdir.

Müxtəlif ictimai-iqtisadi formasialarda kənd təsərrüfatına münasibət formaları müxtəlif olsa da, təbii mühitə təsirin

dağıdıcı xüsusiyyəti dəyişməz qalmışdır və indi də bu proses davam etməkdədir.

Avropada XIX əsrin ortalarına kimi insan ekosistemlərinin əsasını torpaqların istismarı və əsasən bitki materiallarından istifadə edən səhmətkeşlər təşkil edirdi.

Bu ekosistemlərdə hələ müxtəliflik lazımi, yəni kifayət edici səviyyədə idi. Yeni toxunulmamış təbiətlə yanaşı, xam torpaqlar, meşələr və insan fəaliyyəti nəticəsində çox az dəyişmiş sahələr mövcud idi. Başqa sözlə desək, aqrar sivilizasiya dövründə insan ekosistemi böyük dayanıqlığa malik idi ki, bu xüsusiyyət sonralar sənayesi inkişaf etmiş cəmiyyətdə başqa şəkil alır.

1.6.3. Sənayecə inkişaf etmiş cəmiyyət və onun biosferaya təsiri

XVIII əsrin əvvəllərindən bir sıra elmi kəşflərin nəticəsində inkişaf etmiş sənaye cəmiyyəti formalaşmağa başladı. Bu dövrdən etibarən əsas Avropa dövlətlərinin iqtisadi strukturunda böyük dəyişmələr baş verdi. Maşın istehsalı sənayenin inkişafının əsasını qoymaqla yanaşı, yeni bitki növlərini yaratdı ki, bu da kənd təsərrüfatının effektivliyini artırdı.

XIX əsrin ikinci yarısından etibarən sənaye daha sürətlə inkişaf etməyə başladı. Əsasən bu dövrdən etibarən cəmiyyətin təsiri ilə ekosistemlərin təbii tarazlığı pozulmuş oldu.

Təbii mühitin sərhədlərinin insan tərəfindən kiçildilməsi ilə yanaşı sənaye inkişafı nəticəsində təbii mühit üçün daha zərərli olan iki xüsusiyyətin qeyd olunması meydana çıxdı.

Bunlardan birincisi təbii mühitdə maddələr dövranının pozulması idi. Bunun isə əsas səbəbi tullantıların destrukturlar tərəfindən minerallaşmasının dayanması idi. Torpaq və suda olan mikroorqanizmlərin fəaliyyəti, göstərilən mühitlərə düşən zəhərləyici maddələrin hesabına ya tamamilə dayanır, yaxud da güclü surətdə zəifləyir.

Digər tərəfdən sənaye sahələrindən ətraf mühitə çoxlu sayda yeni maddələr atılır ki, onların ümumiyyətlə bioloji yolla parçalanması mümkün deyil. Parçalanmayan belə maddələr torpaqda, atmosferdə və hidrosferdə toplaşaraq ekosistemlərin böyük əksəriyyətinin normal fəaliyyətini pozur.

Ekoloji nöqteyi nəzərdən, tullantıların arası kəsilmədən toplanmasının yaxın gələcəkdə çox ciddi nəticə verəcəyi heç kimdə şübhə doğurmur.

Müasir sənaye cəmiyyətində enerji axını tam dəyişmişdir. Cəmiyyətdə insanın istehlak etdiyi enerji cəmiyyətin inkişaf səviyyəsindən asılı olaraq müxtəlif ölkələr üçün müxtəlif qiymətlərə malikdir. Bu qiymət böyük hədd daxilində - 5000 kkal/gün-dən 250000 kkal/gün-ə kimi dəyişir.

Göründüyü kimi bu rəqəm insanın fotosintez məhsulundan əldə etdiyi enerjiden dəfələrlə çoxdur. İnsan bu əlavə enerjini neft, qaz və daş kömürün və digər yanacaq növlərinin hesabına əldə edir.

Əgər biz dünya miqyasında enerji tələbatının təkamülünə nəzər yetirsək, görürük ki, son yüz ildə enerjiyə olan tələbat o qədər yüksəlmişdir ki, artıq karbohidrogen yataqlarının tükənməsi barədə proqnozlar verilir. Məlum olduğu kimi, bu yataqlar yüz min illər ərzində bitki örtüyünün çevrilməsi və digər yer təkində baş vermiş proseslərin təsiri ilə formalaşmışdır. Enerji tələbatının artımı haqqında oxucuda fikir formalaşdırmaq üçün bəzi maraq kəsb edən rəqəmləri qeyd etmək yerinə düşərdi. 1850-ci ildən başlayaraq ildə bu artımın təqribən 2-2,5% olduğu halda XX əsrin ortalarında bu rəqəm 4,5-5%-ə çatmışdır, hal-hazırda isə artım 10% -ə yaxınlaşmaq üzrədir. Enerjiyə olan tələbatın artması, biosferanın pozulması ilə yanaşı, yeni problemi – dünyanın yaxın gələcəkdə enerji ilə təminatı problemini yaradıb.

İndiki dövrdə sənayenin xammala olan tələbatı böhran vəziyyətə hələ çatmasa da, əhalinin qida məhsullarına olan tələbatı artıq bu həddə çatmışdır. Bunun əsas səbəbi isə

planetimizdə əhalinin böyük sürətlə artımıdır, yəni demək olar ki, demoqrafik partlayışdır.

1.6.4. Demoqrafik partlayış və əhali tələbatı

Biosferanın pozulmasının əsas səbəbi əhalinin sayının sürətlə artımıdır. Dünyanın bir sıra bölgələrində, xüsusən Asiya qitəsində əhalinin çoxalma amili bir neçə əsr ərzində mövcud olsa da, dünya üzrə bu problem əsasən XX əsrə aiddir.

XX əsrin 70-ci illərində bu sahədə aparılmış tədqiqatlar nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, dünyada əhalinin sayı 3,8 milyard, artım isə təqribən 2,1-2,3% olmuşdur.

Demoqrafik təzyiqin təsiri çox yüksək olmaqla, qeyd olunmalıdır ki, bu təzyiq eksponensial sürətlə artmaqdadır.

Təqribi hesablamaların nəticəsi göstərir ki, insan yer üzünə gələndən etibarən (1,7 milyon il) dünyada 70-110 milyarda kimi əhali yaşamışdır. Hal-hazırda əhalinin sayı bu miqdarın 5-6%-ni təşkil edir. Aşağıdakı cədvəl 1.5-də ayrı-ayrı dövrlər üzrə əhali artımının təqribi intensivliyi verilmişdir.

Cədvəldən görünür ki, əhali artdıqca tədricən bəşəriyyət bütün qitələrdə məskunlaşdılar. Təqribən 10 min il əvvəl dünyada əhalinin sayı 5 milyona yaxın olub.

Oturaq həyat dövrünün başlanması ilə əlaqədar olaraq əhali sürətlə artmağa başladı. Roma imperiyasının yaranması ərafəsində dünyada əhalinin sayı 150 milyona çatmışdı.

Bizim eranın başlanması ilə əhali artımı davam edirdi. 1650-ci illərdə dünya əhalisinin sayı 500 milyonu keçmişdir. Bu dövrdə müəyyən azalma halları müşahidə edilmişdir. Bunun əsas səbəblərindən müharibələri, aclığı və yoluxucu xəstəlikləri göstərmək olar.

XVIII əsrdən başlayaraq çox güclü demoqrafik artım müşahidə olunur. Bunun əsas səbəbi yeni kənd məhsullarının (məsələn, kartof) əldə olunması və texnikadan istifadə etməklə məhsuldarlığın yüksəldilməsi idi. Bu dövrdə demoqrafik artım

öz stabilliyi ilə seçilir. 1840-cı illərdə dünya əhalisinin sayı artıq bir milyardı keçmişdi.

XIX əsrin axırı, XX əsrin əvvəllərində kütləvi ölüm halları yaranan səbəblərin aradan qaldırılması ilə əlaqədar olaraq planetin əhalisi daha böyük sürətlə artmağa başladı. Artıq 1930-cu ildə dünya əhalisinin sayı 2 milyard, 1962-ci ildə 3 milyard, 1971-ci ildə isə 3,7 milyard oldu.

Bəşəriyyətin demoqrafik tarixi (S. Deeveyə görə, əlavələrlə)

Cədvəl 1.5

Keçmiş zaman, illər	Dövr və sivilizasiyaların xarakteri	Rayon	Əhali sıxlığı (hər kv.km düşən əhali sayı)	Əhalinin sayı
- 10 ⁶	Aşağı paleolit	Afrika	0,00425	25·10 ³
- 10 ⁵	Orta paleolit	Köhnə dünya	0,012	10 ⁶
- 25·10 ³	Yuxarı paleolit			
- 10·10 ³	Mezazoy	Həmçinin	0,04	3,34·10 ⁶
- 6·10 ³	Orta mezazoy	Hər yerdə	0,04	5,32·10 ⁶
- 2·10 ³	Roma imperiyası, Çin	Hər yerdə	1	26,5·10 ⁶
-320 (1650)	Bizim dövrün başlanğıcı	Hər yerdə	1	133·10 ⁶
-160 (1800)	Sənaye erasının başlanğıcı	Hər yerdə	3,7	545·10 ⁶
-20 (1950)	Atom erası	Hər yerdə	6,2	906·10 ⁶
-10 (1960)	Kosmosun tədqiqi	Hər yerdə	16,4	2,4·10 ⁹
0 (1970)	İnformasiyanın geniş yayılması	Hər yerdə	20	6·10 ⁹
+30 (2000)	Kibernetika erası	Hər yerdə	26	3,66·10 ⁹
+45 (2015)-dən çox	Həddən ziyada inkişaf etmiş sənaye (yaxud fəlakət)	Hər yerdə	50-83	(7,5-10,5) x 10 ⁹

“Demoqrafik partlayış” anlayışının düzgün ifadə edildiyini göstərmək üçün aşağıdakı rəqəmlərə nəzər yetirmək kifayətdir.

600 min il bundan qabaq yaranmış bəşəriyyətin əhalisi 1 milyarda çatdırmaq üçün 500 min il tələb olunmuşdursa, 50 il ərzində (1920-1970-ci illər) dünya əhalisi təxminən iki dəfə (1,8-dən – 3,5 milyarda kimi) artmışdır.

Burada mühüm amillərdən biri, əhalinin artımı üçün tələb olunan zaman müddətinin müxtəlif dövrlərdə bir-birindən kəskin fərqlənməsidir.

Əhalinin iki dəfə artımı üçün tələb olunan vaxt müddətinin müxtəlif dövrlərdə bir-birindən nə dərəcədə fərqləndiyi cədvəl 1.6-da göstərilir.

Əhalinin iki dəfə artmasına lazım olmuş müddətlər

Cədvəl 1.6

Dövr, illərin sayı	Əhalinin sayı	Əhalinin iki dəfə artması üçün tələb olunan müddət, illərlə
- 35 000	$2,5 \cdot 10^6$	25 000-ə yaxın
- 10 000	$5,3 \cdot 10^6$	8 000-ə yaxın
- 8000	$13,3 \cdot 10^6$	3 500-ə yaxın (4 dəfə artım)
1650	$500 \cdot 10^6$	200
1850	$1 \cdot 10^9$	75
1925	$2 \cdot 10^9$	50
1975	$4 \cdot 10^9$	-

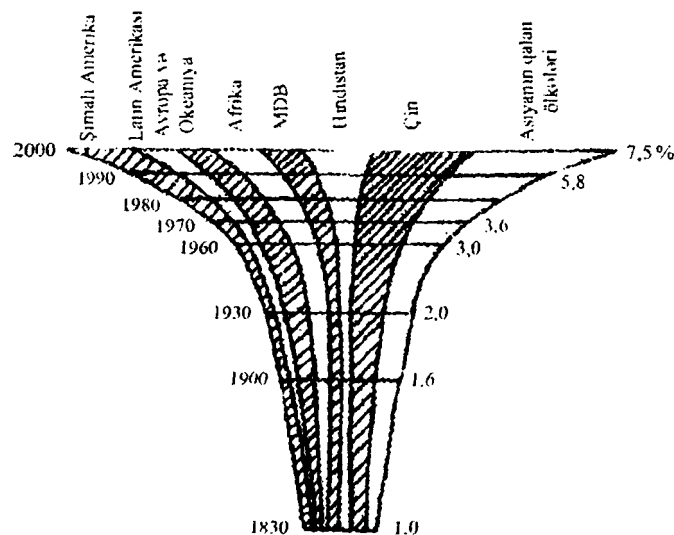
İndi də əhalinin Yer üzərində paylanma xüsusiyyətlərini nəzərdən keçirək. Əhali sıxlığına və artımın sürətinə görə Yer kürəsini beş qrupa bölmək olar:

1. Avropa – sıxlıq böyük, artım zəifdir;
2. Sibir və Şimali Amerika – sıxlıq aşağı, artım aşağıdır;
3. Mərkəzi və tropik Amerika, Yaxın və Orta Şərq – aşağı sıxlıq, sürətli artım;
4. Hindistan, Çin, Cənubi Şərqi Asiya böyük sıxlıq, sürətli artım;
5. Okeaniya, Cənubi Amerika – aşağı sıxlıq, zəif artım.

Əhali sıxlığına görə ən yüksək göstərici Misirə məxsusdur. Burada $35\,000\text{ km}^2$ sahədə 35 milyon əhali yaşayır. Bu ərazi əsasən Nil vadisidir. Misirin qalan ərazisi yaşayış olmayan səhralardan ibarətdir.

Hollandiya, İndoneziya, Yaponiya və Banqladeş əhali sıxlığı çox böyük olan ölkələrə aiddir. Bu ölkələrdə əhalinin orta sıxlığı hər kvadrat kilometrə 300 nəfərdən yuxarı təşkil edir.

Dünya əhalisinin artım səviyyəsini əks etdirən diaqram şəkl. 1.12-də göstərilmişdir.



Şəkl. 1.12. 170 il ərzində müxtəlif ölkələr üzrə əhali artımının dəyişmə diaqramı (F. Ramad 1981, əlavə edilməklə)

Yuxarıda göstərilən rəqəmlərin qarşılıqlı müqayisəsi istənilən ekolojiya üzrə, mütəxəsisə bəzən bəşəriyyətin gələcəyi haqqında əvvəllər deyilmiş və bu gün reallığa çevrilən

bəzi konsepsiyaların düzgünlüyünə şübhələri artırır. Məsələn, 1798-ci ildə Maltusun irəli sürdüyü nəzəriyyəyə görə, yer üzərində əhali artımı həndəsi silsilə üzrə artdığı halda, maddi nemətlər, xüsusilə də qida məhsulları istehsalı, düzxətli qanunla artır. Bu onunla əlaqədardır ki, kənd təsərrüfatına yararlı torpaq sahələri məhduddur və bu ərazi ancaq müəyyən sayda əhalinin qida məhsulları ilə təmin edə bilər. Biz doğrudan da bu gün adı çəkilən nəzəriyyənin müəyyən aspektlərinin doğru olduğunu şahidiyik. İndi dünya əhalisinin yarısından çox hissəsi bu və ya digər səviyyədə aclığa məhkumdur.

XX əsrin sonunda dünyada gedən demoqrafik dəyişiklik müəyyən xüsusiyyətlər kəsb etməklə Azərbaycan Respublikası üçün də səciyyəvi olmuşdur. Azərbaycan Respublikası XX əsrdə dünya ölkələri arasında əhalinin sayının ən sürətlə artdığı dövlətlərdən biri kimi diqqəti cəlb etmişdir. Bunu ondan görmək olar ki, 1897-1997-ci illəri əhatə edən 100 il ərzində Azərbaycanda əhalinin sayı dünya miqyasında olduğundan daha sürətlə, yəni 4,1 dəfədən çox artaraq 1,807 min nəfərdən 7,535 min nəfərə gəlib çatmışdır. Bu dövrdə Azərbaycan əhalisinin ən yüksək artımı 50-ci illərin ikinci və 60-cı illərin birinci yarısına təsadüf etmişdir. Azərbaycan Respublikası bir neçə onilliklər ərzində sürətli artımına görə keçmiş SSRİ respublikaları arasında ən qabaqcıl yerlərdən birini tutmuş və hətta 1960-cı ildə əhalinin hər 1000 nəfərinə düşən doğum və təbii artım səviyyəsinə görə 1 yerə çıxmışdır. Belə ki, 1960-cı ildə keçmiş SSRİ-də əhalinin hər 1000 nəfərinə düşən doğum səviyyəsi 24,9 nəfər, təbii artım səviyyəsi isə 17,8 nəfər təşkil etmişdisə, Azərbaycanda bu göstəricilər müvafiq surətdə 42,6 və 36,9 nəfər və ya orta ittifaq səviyyəsindən 1,7 və 2,1 dəfə yüksək olmuşdur. Bu artım əmək ehtiyatlarına da ciddi təsir göstərərək böyük işsizlər ordusu yaratmışdır. Bu tendensiya 2015-2020-ci illərdə daha ciddi xarakter alacağı gözlənilir,

çünki 1985-91-ci illərdə respublikada olan əhali artımı 8 %-i ötüb keçmişdir.

Əhalinin belə intensiv artımı sənaye mərkəzlərində, xüsusən Abşeron yarımadasında əhali sıxlığı Avropa üçün qeydə alınmamış həddə - orta hesabla hər kvadrat kilometrə 2000 nəfərə çatmışdır.

Bu nöqtəyi nəzərdən hal-hazırda bəşəriyyət qarşısında duran əsas problemlərdən biri də əhalinin artım sürətinin qarşısını almaq və onun 10-15 il ərzində sıfıra endirilməsidir.

1.6.5. Əhali artımının dinamikliyi və onun təyin olunma üsulları

Hər bir ekosistemdə bir sıra xarici və daxili ekoloji amillər mövcuddur ki, onların təsiri nəticəsində bu və ya digər növlərin sayı müəyyən hədd daxilində formalaşır. Bir sıra amillər növün sayının artmasına şərait yaratdığı halda, digər amillər bu prosesə mane olur.

Əgər biz hər hansı bir növü stabil bir mühitdə yerləşdirib, onun artımı üçün mane olan ekoloji amilləri aradan qaldırısaq həmin növün zamana görə amilin artımı eksponensial funksiya xarakteri daşıyır və növün sayı qeyri-məhdud artır.

Növün artımına təsir göstərən əsas amillər doğum və ölüm göstəriciləridir. İkinci dərəcəli amili aşağıdakı ifadə ilə təyin etmək olar:

$$R = \frac{\Delta N}{N \Delta t}, \quad (1.1)$$

burada R - növün artımı; N - verilən zaman növün sayı; ΔN - vahid zamanda artımın miqdarı; Δt - zamandır.

(1.1) ifadəsində $\Delta t \rightarrow 0$ olarsa, R -in aldığı qiymət normaya uyğun təbii artım adlanır. Yəni, $R \rightarrow r$ olur. r - normal təbii artımdır və növün xüsusiyyətindən asılı olaraq aşağıdakı kimi tapılır:

$$r = \frac{dN}{N dt}; dN = r N dt. \quad (1.2)$$

Əgər (1.2) ifadəsini integrallasaq

$$N = N_0 e^{rt}, \quad (1.3)$$

burada N_0, t_0 - zamanına uyğun artımdır.

Göründüyü kimi növün sayı eksponensial qanunla dəyişir. Əgər $N_0 = 1; \Delta t = 1$ götürsək R - illik artım olur. Ona görə də bir il ərzində növün sayı $N = 1 + R$ olur, bu da

$$1 + R = e^r \quad (1.4)$$

və ya

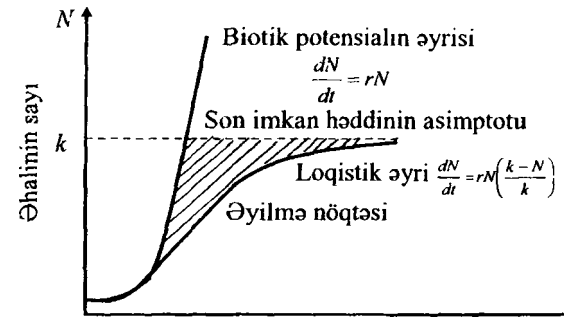
$$r = l g(1 + R). \quad (1.5)$$

Məhdudlaşdırıcı amillərin aradan qaldırıldığı mühitdə artımı qiymətləndirmək üçün (1.3) ifadəsini zamana görə diferensiaslamaq kifayətdir

$$\frac{dN}{dt} = rN = r N_0 e^{rt}. \quad (1.6)$$

Göründüyü kimi, bu funksiya da eksponensial xarakterli funksiyadır.

Çoxsaylı tədqiqat nəticələri göstərir ki, növün artımı ümumiyyətlə, (1.5) formasında olur. Yəni növ asimptotik qanunla özünün maksimum qiymətini alır və mühit növün bu qiymətdən yuxarı qalxmasına imkan vermir (şək. 1.13).



Şək. 1.13. Məhdudlaşdırıcı amillər olmadıqda növ artımının nəzəri əyrisi

Bu əyriyə bəzən *loqistik əyri* deyilir. Şəkildə biotik potensialı loqistik əyri arasında qalan sahə mühitin müqaviməti adlanır və aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur:

$$R_m = 1 - \frac{k - N}{k}, \quad (1.7)$$

burada k - xüsusi biotik yüklənmə adlanır.

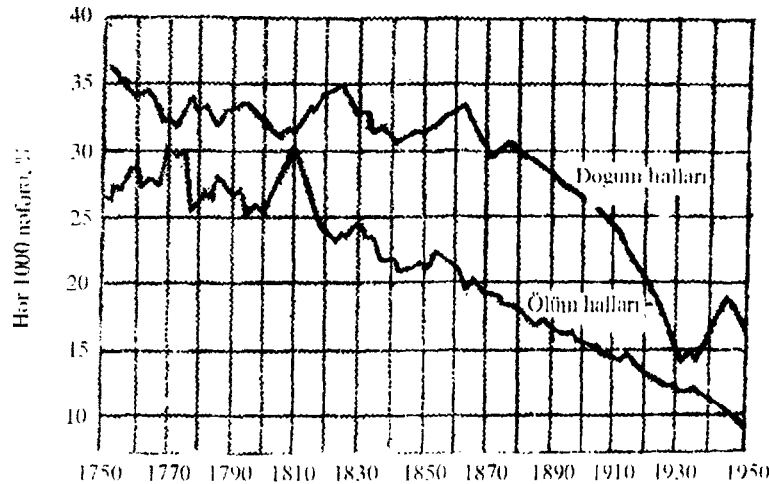
Bir çox hallarda əhali artımını müəyyən etmək üçün ölüm və sürətləndirən ekoloji amillərin nəzərə alınması tələb olunur.

Ölüm hallarının intensivliyi öyrənilərkən orta ömür amilindən istifadə olunur. Müxtəlif dövrlərdə cəmiyyətin inkişaf səviyyəsindən asılı olaraq orta ömür həddi böyük intervalda dəyişib. Belə ki, neolit dövründə orta ömür 18, Roma imperiyası dövründə 25, orta əsrlərdə 30, 19-cu əsrin axırlarında 50, 2000-ci ilin sonunda isə 76- il olmuşdur (şək. 1.14).

Orta yaş həddinin belə kəskin artması tibb və biologiya elmlərinin inkişafı ilə əlaqədardır.

Yuxarıda deyilənlərə əsasən XXI əsrdə əhalinin sayı və demoqrafik perspektivləri barədə müəyyən mülahizələr söyləmək olar.

Bu sahədə ekspertlər iki əsas qrupa bölünürlər. Pessimistlər fərz edir ki, dünya əhalisinin sayı eksponensial qanunla artmaqda davam edəcək. Optimistlər isə hesab edirlər ki, bəşəriyyət demoqrafik stabilləşmə fazasına daxil olmuşdur. Həqiqətən də Avropanın bir sıra ölkələrində bu proses hələ yüz il bundan qabaq başlamışdır. Bu gün bir sıra Avropa ölkələrində (Almaniya, Avstriya, İsveçrə) illik artım 0,4% təşkil edir. Lakin dünya miqyasında götürdükdə bu rəqəm artıq 8%-ə yaxınlaşmaqdadır. Əgər artım sürəti bu səviyyədə qalarsa, 2030-cu ildə dünya əhalisinin sayı 14 milyard, 3000-cü illiyin başlanğıcında isə bu rəqəm 10^{18} çata bilər.



Şək. 1.14. Doğum və ölüm hallarının zamandan asılı olaraq dəyişməsi tendensiyası

Texniki göstəricilərin analizi (xüsusən kənd təsərrüfatının məhsuldarlığı) göstərir ki, Yer üzündə yaşaya biləcək əhalinin maksimum sayı 10 milyardan çox ola bilməz.

Bir çox mütəxəssislərin fikrincə bəşəriyyətin demoqrafik bəladan xilas edilməsinin əsas yolu artımın "0" səviyyəsinə

əndirilməsidir. Yəni doğum və ölüm hallarının sayı bərabər olmalıdır. Lakin bu prosesin nə vaxt başlanacağı və hansı müddətdə davam edəcəyi böyük bir sual altındadır.

1.7. Biosferin çirklənmə problemləri və onların xüsusiyyətləri

Çirklənmə anlayışı özü-özlüyündə gözlənilməz və yeni problem olmayıb, insanın təbiətlə təmaslığının ilk dövrlərindən mövcud olub.

Yaranmış problemlərin əsas mahiyyəti ondan ibarətdir ki, insan öz fəaliyyəti nəticəsində məhsul istehsalı nəticəsində əmələ gələn tullantıların nə məhv edə bilər, nə də ki, təkrar istehsal üçün dövriyyəyə buraxa bilər. Əhalinin sayı və çirklənmə intensivliyi artdığı üçün təbiətin özü-özünü təmizləmək imkanı azalır və təbii mühitdə əks təkamül prosesi çirkləndiricilərin doyma prosesi gedir.

Əhalinin böyük sənaye mərkəzlərində cəmləşməsi də nisbətən kiçik sahələrdə çirklənmə intensivliyini artıran amillərdən hesab olunur. Bir qayda olaraq əhalinin artımı böyük şəhərlərdə yaşıllıqların tədricən məhv olmasının, bu isə öz növbəsində atmosferdə zərərli maddələrin təmizlənməsinin qarşısını alır.

Müasir texnologiyanın inkişafı və inkişaf etmiş ölkələrdə tələbatın çox yüksək tempə artması ətraf mühitə mənfi təsir göstərir. Texnologiyanın müasir səviyyəsi əmək məhsuldarlığının artırılması ilə yanaşı yeni istehsal sahələrinin yaranmasına, bu isə ətraf mühitə atılan tullantıların miqdarının artımına səbəb olub. Bu tullantıların bir çoxu bioloji parçalanmaya qabil olmadıqlarından ətraf mühitin əsas mexanizmlərindən biri – maddələr dövrəni pozulmuş olur. Yəni canlı orqanizmlər ilə üzvi mühit arasında maddələr mübadiləsi dayanır.

Əsas sənaye sahələrinin ətraf mühitə təsirinin bəzi xüsusiyyətlərinin nəzərdən keçirək.

Enerji istehsalı

Enerji istehsalı təbii mühitin əsas çirkləndirici amillərdən hesab olunur. Bəşəriyyət od əldə edəndən etibarən bu təsir intensiv surətdə atmış və bu gün də artmaqdadır. Əsas fərq müxtəlif yanacaq növlərinin ümumi enerji balansında qiymətlərin dəyişməsidir. Əgər 1900-cu ildə bütün enerji tələbatının 90%-i daş kömürün, ancaq 4% neftin hesabına düşürdüsə, indi bu rəqəmlər kəskin surətdə neftin hesabına dəyişmişdir.

20-ci əsrdə enerji tələbatının kəskin surətdə artması ekoloji problemləri də ciddi təsir göstərmişdir. Məsələn, ABŞ-da son 100 il ərzində enerjiyə olan tələbat təqribən 70-80 dəfədən çox artmışdır. Dünya üzrə maye karbohidrogenlərin istehsalı XX əsrin 80-ci illərində 2,6 milyard ton təşkil etmişdir. Müasir dünya cəmiyyətinin enerjiyə olan tələbatı haqqında fikir formalaşdırmaq üçün bir neçə rəqəmli nəzərdən keçirmək kifayətdir. Müəyyən olunmuşdur ki, 1960-cı ildə yandırılan bütün yanacaqların ümumi miqdarı, bütün ekosferanın qəbul etdiyi Günəş enerjisinin 5%-ə ekvivalentdir.

Yanacaq yandırılmasından alınan tullantıların (qaz, maye və bərk şəkildə) miqdarı müxtəlif yanacaqlar üçün müxtəlifdir (cədv.1.7). Cədvəldən göründüyü kimi ətraf mühit üçün nisbətən əlverişli yanacaq növü neft və qazdır.

Bəzi yanacaqlarda zərərli maddələrin miqdarı (q/m^3)

Cədvəl 1.7

Yanacaq növü	Zərərli maddələr		
	Uçucu qurum	Kükürd oksidi	Azot oksidi
Daş kömür:			
Kuznetsk	20	0,85	1,22
Donetsk	24,2	5,4	0,7
Ekibastuz	63,9	2,24	0,79
Qaz	-	-	0,7
Mazut	0,1	3,98	0,8
Neft	0,21	2,64	1,25

Son illərdə istifadəsinə başlanmış atom enerjisi də ətraf mühit üçün çox ciddi təhlükə yaradan amillərdən biridir. Bunlar atom elektrik stansiyaları ilə yanaşı, nüvə və atom texnologiyası sahəsində ixtisaslaşan hərbi və mülki sənaye sahələridir.

Kimya sənayesi

İkinci dünya müharibəsindən sonra üzvi kimyanın inkişafı ilə əlaqədar yeni süni maddələr – plastmas və müxtəlif yuyucu materiallar yaradıldı.

Digər tərəfdən kənd təsərrüfatında zərərvericilərə qarşı mübarizə məqsədi ilə sintetik pestisidlərin alınma yolları tapıldı. Bunun nəticəsində kənd təsərrüfatı bitkilərinin məhsuldarlığı yüksəldi və əl əməyinin həcmi azaldılmış oldu. Bununla yanaşı mineral gübrələr (azot, fosfor, kalium) istehsalı artdı. Statistik məlumatlara görə, əgər 1945-ci ildə belə gübrələrdən istifadənin ümumi həcmi 7 milyon ton olmuşdursa, bu rəqəm 70-ci illərdə 65 milyon tona çatmışdır.

Göstərilən maddələr kənd təsərrüfatında məhsuldarlığın artmasına kömək etsə də, biosferada maddələr dövrəsinə ciddi təsir göstərir, canlı orqanizmlərin göstərilən maddələrin bilavasitə əlaqələri pozulmuş, bəzi sahələrdə isə tamamilə kəsilmişdir.

Plastmass materiallar, xüsusilə polixlorbifenil tədricən bütün planetin atmosferini zəhərləyir. Bu gün artıq bu elementin izləri hətta uzaq Şimalda yaşayan canlı orqanizmlərdə müşahidə olunur.

Analoji olaraq pestisidlər də, xüsusən DDT (dixlordifiniltrişloretan) maddəsi də canlı orqanizmlərdə toplanaraq onların tədricən məhv olmasına real şərait yaradır. Bu maddənin molekulyar strukturu elədir ki, o bütün ekosistemlərdə dayanıqlı olduğu üçün gizli surətdə onları zəhərləyir.

Çoxsaylı kimyəvi birləşmələrə təsiri çox mürəkkəb xarakter daşıyır və ayrı-ayrı kimyəvi birləşmələrin təsir mexanizmi müxtəlif olduğu üçün ciddi elmi tədqiqatların aparılmasını tələb edir.

Çirklənmənin təsnifatı

Çirklənmə anlayışı ətraf mühitə çoxsaylı təsirlərin nəticəsində onun tədricən pozulması və nəticədə tamamilə dağılması prosesi başa düşülür. Başqa sözlə desək çirklənmə ətraf mühitdə baş verən arzuolunmaz dəyişikliklərin məcmuudur. Bunun əsas səbəbi insan fəaliyyətidir.

Çirklənmənin təsnifatını vermək o qədər də asan deyil. Çünki çoxsaylı kriteriyalar mövcuddur ki, bunların hər birində müxtəlif cür təsnifatlar təklif olunur. Ona görə məsuliyyətlə demək olar ki, təklif olunan hər təsnifat növü tam qənaətbəxş olmayacaq. Çirkləndirici maddələri onların fiziki, kimyəvi, bioloji və s. xüsusiyyətlərinə görə, onların mühitə göstərdiyi zərərli təsirin dərəcəsinə görə və nəhayət, tibbi nöqteyi nəzərdən onların insan orqanizminə zərərli təsirinə görə qruplara bölmək olar.

Lakin göründüyü kimi bunların heç biri tam qənaətbəxş deyil. Çünki eyni bir maddənin müxtəlif ekosistemlərə təsiri mahiyyətə müxtəlif ola bilər. Məsələn, torpaqda olan civə, atmosfərə və suya düşərək qida vasitəsilə orqanizmə, nəfəs yolları vasitəsilə ağ ciyəre düşə bilər. Hal-hazırda bütün çirkləndiricinin dörd böyük qrupu və onların da yarımqruplara bölünməsi daha məqsədəuyğun hesab olunur (cədv. 1.8).

Qeyd etmək lazımdır ki, insan tərəfindən ətraf mühitə buraxılan istənilən çirkləndirici maddə bir yerdə qalmayıb, hava, su, torpaq tərəfindən bütün biosferaya yayılır. Biosferada isə bu maddələrin bir hissəsi biokütlənin tərkibinə daxil olur, digər hissəsi bioloji maddə kimi canlı orqanizmlərdə toplanır.

Əsas çirkləndiricilərin və zərərli təsirlərin təsnifatı

Cədvəl 1.8

I. Fiziki çirklənmə				
1.	Radioaktiv elementlər (şüalanma)			
2.	İstilik çirklənməsi			
3.	Səs-küy və aşağı tezlikli titrəyişlər			
II. Kimyəvi çirklənmə				
1.	Karbonun törəmələri	Atmosfer	Hidrosfera	Torpaq
2.	Yuyucu məmulatlar	+	+	
3.	Plastik kütlələr		+	
4.	Pestisidlər və digər üzvi maddələr	+	+	+
5.	Kükürdün törəmələri	+	+	+
6.	Azotun törəmələri	+	+	+
7.	Ağır metallar	+	+	+
8.	Fluorlu birləşmələr	+	+	+
9.	Bərk qarışıqlar (aerozollar)	+		+
10.	Qıcqıran üzvi maddələr		+	+
III. Bioloji çirklənmə				
1.	Nəfəs və qida yollarının mikrobioloji zəhərlənməsi (bakteriya və viruslar)			
2.	Səriştəsizlik üzündən yeni növlərin daxil edilməsi ilə biosenozun dəyişməsi			
IV. Estetik zərər				
1.	Müxtəlif tikintilər vasitəsilə yaşıllıqların və görməli yerlərin pozulması			
2.	İnsan tərəfindən toxunulmamış biotoplarda sənaye mərkəzlərinin tikilməsi			

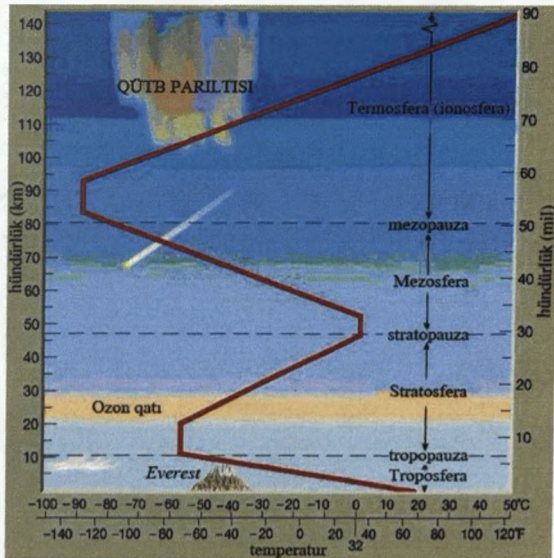
II FƏSİL. ATMOSFERİN ÇİRLƏNMƏSİ

2.1. Atmosferin quruluşu və tərkibi

Atmosfer müxtəlif qaz qarışıqlarından ibarət olub, Yer kürəsini əhatə edən müəyyən qalınlıqlı bir təbəqədir.

Atmosferin kütləsi, litosferin kütləsindən milyon, hidrosferin kütləsindən isə 200 min dəfə azdır. Bütün atmosfer kütləsinin 50%-nin aşağı 5 km-lik qatında, 75%-i 10 km-lik qatında, 90%-i isə 16 kilometrlik qatında cəmləşmişdir. 3000 km-dən yuxarı atmosferin sıxlığı çox az olduğu üçün göstərilən hündürlük kosmik fəza hesab olunur.

Temperaturun dəyişməsinə görə atmosferi - troposferə, stratosferaya, mezosferaya, termosferə və ekzosferaya bölünür. Bu sferalar arası qata müvafiq olaraq tropopauza, stratopauza, mezopauza, termopauza adlanaraq keçid qatı funksiyasını yerinə yetirir (şək. 2.1).



Şək. 2.1. Atmosferin quruluşu

Troposfer - atmosferin aşağı qatı olub atmosfer kütləsinin 90%-nin cəmləşdiyi bir sferadır. Troposferdə demək olar ki, atmosferin bütün su kütləsi toplaşmışdır. Troposferin sərhəddinin yer səthindən olan maksimal hündürlüyü (17 km) ekvatorada, minimal hündürlüyü qütblərdə (8-10 km) müşahidə edilir. Ümumiyyətlə, digər qurşaqlarda troposferin orta hündürlüyü 10-12 km təşkil edir.

Troposferin yuxarı sərhəddinin hündürlüyü temperaturdan asılı olaraq formalaşır. Belə ki, qışda bu sərhəd yerə yaxın, yayda isə uzaq olur. Gün ərzində troposferin sərhəddinin hündürlüyü 2-3 sm həddində dəyişə bilər. Troposferin qızmasının əsas səbəbi yer səthinin istilik şüalanmasıdır. Ona görə də troposferdə yer səthində tropopauzaya kimi temperatur, yuxarı qalxdıqca hər 100 metrə $0,6^{\circ}\text{C}$ aşağı düşür. Troposfer üçün xarakterik xüsusiyyətlərdən biri də burada havanın fasiləsiz qarışması və yağıntıların formalaşmasıdır.

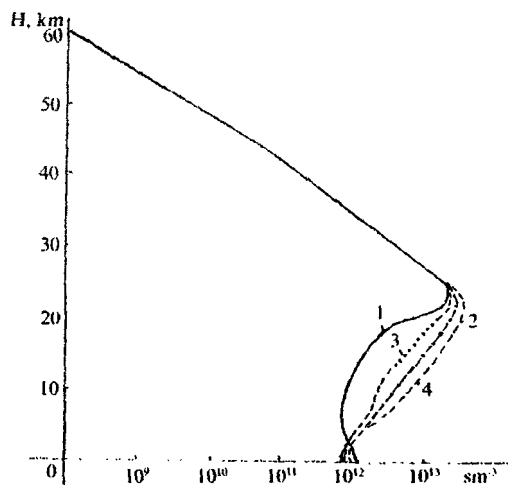
Ozona atmosferin bütün qatlarında rast gəlinərsə də, onun əsas topladığı sfera troposferdir. Burada ozon özünəməxsus qat yaradıb ki, buna bəzən ozon ekranı da deyilir. Ozonun maksimal sıxlığı ekvatorada müşahidə olunur.

Ozon qatının mövcud olması Günəşin ultrabənövşəyi şüalanmasının, o cümlədən olduqca qısa dalğalı şüalanmaların yer səthinə düşməsinin qarşısını alaraq, yer üzərində canlı həyatın yaranmasına səbəb olmuşdur. Ozonun sıxlığı hündürlükdən asılı olaraq dəyişir (şək. 2.2).

Stratosfer - havanın olduqca seyrək olması və su buxarlarının tamamilə olmaması ilə xarakterizə olunur. Ekvatorada stratosferanın aşağı sərhəddində temperatur -55°C , qütblərdə isə nisbətən yuxarı olur. Bu amilin nəticəsində horizontal müstəvidə havanın yerdəyişməsi baş verir.

Mezosferdə - hava daha da seyrəkləşir və temperatur aşağı düşür (-75°C). Yerdən təqribən 80 km hündürlükdən başlayaraq temperatur tədricən artmağa başlayır.

Termosferə - bəzən ionosfer də deyilir. Bu sfer seyrək ionlaşmış qazlardan ibarətdir. Termosferin elektrik keçiriciliyinin yüksək olması ionlaşma ilə izah olunur. Burada güclü elektrik cərəyanları axır. Termosferdə yer səthindən 100 km hündürlükdə temperatur 0°C -ni keçir, 150 km-də temperaturun qiyməti 200- 240 $^{\circ}\text{C}$, 200 km-də isə 500 $^{\circ}\text{C}$, 600 km-də isə 1500 $^{\circ}\text{C}$ təşkil edir. Termosferdə qaz hissəcikləri çox böyük sürətlə hərəkət edirlər. Ancaq, seyrəkləşmənin qiyməti çox böyük olduğu üçün onların bir-biri ilə toqquşma ehtimalı çox az olur.



Şək. 2.2. Müxtəlif hündürlüklərdə atmosfer ozonunun konsentrasiyasının hündürlükdən asılı olaraq dəyişməsi.

1- tropiklərdə, 2- 45° şimal enliyində, 3- yayda və qışda, 4- qışda Şimal polyar qütblərdə

Ekzosfer - Yer atmosferinin yuxarı sərhəddidir. Onun hündürlüyü 2000-3000 km-ə kimi olur. Ekzosferdə qaz hissəciklərinin hərəkət sürəti böhran sürətə - 11,2 km/san-ə çatır. Bunun təsirindən həmin hissəciklər planetlərarası fəzaya

səpələnir. Bu birinci növbədə hidrogenə aiddir. Beləliklə, hidrogen Yerin cazibə qüvvəsindən çıxaraq Yer kürəsinin yer tagını yaradır ki, onun da yer səthindən hündürlüyü 20 000 km-dən çox olur.

2.2. Atmosferin çirklənməsinin mahiyyəti

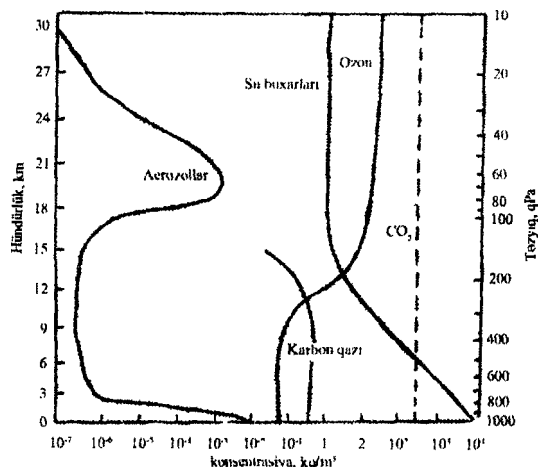
Atmosfer havasının hərəkət etməsi çirkləndirici maddələrin yayılmasının əsas səbəbidir. Biosferada atmosfer çirklənmələrinin mahiyyətinin açılmasının əsas amilləri troposfer və stratosferada hava axınlarının müəyyən olunması ilə bağlıdır. Göstərilən proseslərin tədqiqi əvvəllər müxtəlif hündürlük zondları ilə həyata keçirilirdisə, hal-hazırda belə ölçmələr meteoroloji peyklər vasitəsi ilə yerinə yetirilir. Hava kütləsi həm horizontal, həm də vertikal istiqamətdə hərəkət edir.

Müəyyən olunmuşdur ki, troposfer və stratosferada horizontal yerdəyişmə sürəti 30-35 m/san olduğu halda, vertikal yerdəyişmə sürəti göstərilən sferalarda bir-birindən kəskin sürətdə fərqlənir. Troposferdə bu sürət nisbətən böyük olduğu halda, stratosferdə çox kiçik (saniyədə bir neçə sm) qiymət alır. Buna görə də stratosferaya müxtəlif xarakterli düşən zərərli maddələr hissəcikləri burada illərlə qala bilirlər.

Bir çox mütəxəssislər tərəfindən aparılmış tədqiqatlar nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, çökməyən (yüngül) hissəciklərin orta dayanma müddəti stratosfera üçün 2 il, tropopauzada 4 ay, yuxarı troposferdə 30 gün, troposferdə (3 km-dən az) 6-10 gün olur (şək. 2.3).

Beləliklə, troposferdə əsasən antropogen fəaliyyətlə bağlı təsirli qazlar 2 aydan 4 aya kimi dayana bilirlər. Bu da böyük problem olaraq ona görə həyəcan doğurur ki, belə təbiətə malik olan bir sıra qaz hissəciklərini atmosferdən ayırmaq üsulları mövcud deyil və yəqin ki, yaxın gələcəkdə, bu məsələnin həlli mümkün olmayacaq.

Bu vəziyyət göstərilən sferlərdə radioaktiv elementlərində böyük miqdarda toplanmasına şərait yaradır. Məsələn, nüvə reaktorlarının məhsulu olan, yarımparçalanma müddəti 10,5 il təşkil edən ^{85}Kr belə elementlərdəndir.



Şəkil 2.3. Süni atmosfer qarışıqlarının konsentrasiyasının hündürlükdən asılı olaraq dəyişməsi

Lakin qeyd olunmalıdır ki, bütün zərərli qarışıqlar troposfer və stratosferdə çox uzun müddət qala bilmirlər. Qaza oxşar maddələr ya suda həll olur, ya da torpaq tərəfindən udulur. Nəticədə onlar mikroorqanizmlər vasitəsilə başqa maddələrə çevrilirlər. Məsələn, karbon oksidi müxtəlif torpaq bakteriyaları tərəfindən oksidləşməyə məruz qalırlar.

Ağır hissəciklər isə gec və ya tez yer səthinə qayıdirlar. Bunların bir çoxu qələviləşmə yolu ilə hidrosferə səpələnirlər.

2.3. Atmosferin çirklənmə mənbələri

Müasir atmosfer müxtəlif geoloji dövrlər ərzində canlı orqanizmlərin fasiləsiz fəaliyyəti, yəni təsiri nəticəsində

formalaşmışdır. Müasir dövrdə də atmosfer dinamik tarazlıq şəraitindədir. Atmosferin tərkibi daimi qalır. Çünki canlı orqanizmlər və xüsusən də insan ilə biosfera arasında fasiləsiz mübadilə gedir.

Müəyyən olunmuşdur ki, atmosferin ümumi kütləsi $5,2 \cdot 10^9$ tondur. Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi bu kütlənin əsas hissəsi 6 km-lik hündürlüyə kimi paylanmışdır.

Aşağıda təqdim olunan cədv. 2.1-də atmosferin tərkibini əsasən təşkil edən qazların orta miqdarı göstərilmişdir.

Cədvəldə göstərilənlərdən əlavə olaraq havanın tərkibində çox cüzi miqdarda (10^{-6} tərtibdə) hidrogen, ozon, kükürd anhidridi, dəm qazı, ammoniyak və s. vardır. Qazların hündürlüyə görə paylanması bir çox amillərin təsirindən dəyişir (bax, məsələn, ozonun paylanması xüsusiyyətinə).

Quru havanın tərkibi (Valley)

Cədvəl 2.1

Tərkib hissələri	Həcmi miqdarı, %	Kütləvi miqdar, %
Azot	70,01	75,53
Oksigen	20,95	23,14
Arqon	0,93	1,28
Karbon qazı	0,032	0,046
Neon	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$
Helium	$5,24 \cdot 10^{-4}$	$7,24 \cdot 10^{-5}$
Metan	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$7,75 \cdot 10^{-5}$
Kripton	$1,14 \cdot 10^{-4}$	$3,3 \cdot 10^{-4}$
Azot oksidi	$5 \cdot 10^{-5}$	$7,6 \cdot 10^{-5}$

Atmosferin çirklənməsi bir tərəfdən onu təşkil edən qazların miqdarının kəmiyyətə dəyişməsi, yaxud yeni maddələrin (xüsusən, radioaktiv elementlərin) atmosfərə daxil olması ilə onun keyfiyyətə dəyişməsi nəticəsində baş verir. Çox vaxt isə müxtəlif dərəcədə hər iki proses eyni zamanda təsir göstərir.

Atmosferi çirkləndirən bütün maddələri şərti olaraq iki qrupa bölmək olar: qaz və bərk (təsadüfi maye) hissəciklər.

Müəyyən olunmuşdur ki, atmosfərə buraxılan zərərli maddələrin 90%-ni qazlar, 10%-ni isə bərk hissəciklər təşkil edir. Havanı zəhərləyən qazların mənbəyi çox müxtəlifdir. Cədv. 2.2-də zərərli qazların bir sıra mənbələri göstərilmişdir. Ətraf mühitə ən çox təsir göstərən karbon qazının əsas mənbəyi qazıntı halında çıxarılan yanacağın (daş kömür, neft, qaz və digərləri) yandırılmasıdır.

Atmosferi çirkləndirən maddələrin əsas mənbələri

Cədvəl 2.2

Çirkləndiricilər	Çirklənmə mənbələri
Qazlar: Karbon qazı	Vulkanların fəaliyyəti Canlı orqanizmlərin nəfəs alması Yanacağın yandırılması
Dəm qazı	Vulkanların fəaliyyəti Natamam yanma prosesləri Daxili yanma mühərrikləri
Üzvi birləşmələr	Kimya sənayesi Tullantıların yandırılması Müxtəlif yanacaqlar
Kükürd qazı və kükürdün törəmələri	Vulkanların fəaliyyəti Bakteriyalar Yanacağın yandırılması
Azotun törəmələri	Bakteriyalar Yanma prosesləri
Radioaktiv maddələr	Atom elektrik stansiyaları Nüvə partlayışları Digər radioaktiv maddə istifadəçiləri
Bərk hissəciklər: Ağır metallar Mineral birləşmələr	Külək eroziyası Sənaye Daxili yanma mühərrikləri
Üzvi maddələr (Təbii və sintetik)	Meşə yanğınları Bitki və canlıların ifrazı Kimya sənayesi Tullantıların yandırılması Kənd təsərrüfatı (pestisidlər)

İndi bəzi qazların xüsusiyyətlərini nəzərdən keçirək.

2.3.1. Karbon qazı (CO₂)

Bu qaz atmosferin təbii tərkib hissələrindən biridir. Hal-hazırda CO₂-nin atmosferdə konsentrasiyası 328-330 milyon⁻¹ tərtibindədir. Lakin göstərilən rəqəmlər sabit qalmayaraq zaman keçdikcə artır. Bu artımın əsas səbəbi cəmiyyət tərəfindən istehlak olunan enerjinin əldə olunması ilə əlaqədardır.

Əgər nəzərə alsaq ki, 12 qram karbonun yanmasından 48 qram karbon qazı alınır, o zaman təsəvvür etmək olar ki, müasir dünyada yandırılan milyard tonlarla yanacaqdan nə qədər CO₂ alınır. 1990-cı ildə atmosfərə buraxılan karbon qazının miqdarı 17 milyard tona yaxın olmuşdur. Bu rəqəm yer üzərində olan bütün canlı orqanizmlərin tənəffüs prosesində buraxılan CO₂-nin miqdarına bərabərdir.

20-ci əsrdə yanacağa olan tələbatın sürətlə artması ümumiyyətlə karbonun biogeokimyəvi dövrəni kəskin şəkildə pozmuşdur. Buna görə də atmosferdə karbon qazının miqdarının sabitliyini təmin edən *homistaz* amillər öz effektivliyini itirmişdir. Bunun nəticəsidir ki, əgər 19-cu əsrin axırlarında karbon qazının atmosferdə miqdarı 290 milyon⁻¹ idisə, hal-hazırda bu rəqəm yuxarıda göstərdiyimiz kimi 330 milyon⁻¹ qiymətinə çatıb. Müxtəlif tədqiqatçıların apardığı tədqiqat nəticələri göstərir ki, karbon qazının atmosferdə həcmi miqdarının artımı hər on ildə təqribən 2 % təşkil edir.

2.3.2. Dəm qazı (CO)

Bu qaz atmosferin ən geniş yayılmış çirkləndiricisidir. Normal şəraitdə CO-in konsentrasiyası çox kiçik olub, orta hesabla 0,1-0,2 milyon⁻¹ tərtibindədir.

CO-in əsas təbii mənbələri vulkanik fəaliyyət nəticəsi, bəzi növ qıcqırmalar (əsasən bataqlıqlarda), troposferdə elektrik boşalması, meşə yanğınlarıdır (yanğınların çoxu insanın fəaliyyətləri ilə bağlı olur).

İnsanın fəaliyyəti nəticəsində CO-in digər mənbələri yanacaq kimi istifadə olunan oduncaq, kömürün yandırılması və meşə yağınlardır. Orta hesabla hər il milyon hektarlar təşkil edən sahələrdə meşə yağınları baş verir (cədv. 2.3).

Dəm qazının süni mənbələrinin qiymətləndirilməsi
(20-ci əsrin axırları, Robinson)

Cədvəl 2.3

CO-nun mənbəyi	Tələbat, t/il	CO-in miqdarı, t
Benzin	$379 \cdot 10^6$	$193 \cdot 10^6$
Kömür	$3074 \cdot 10^6$	$12 \cdot 10^6$
Oduncaq	$466 \cdot 10^6$	$16 \cdot 10^6$
Tullantıların yandırılması	$500 \cdot 10^6$	$25 \cdot 10^6$
Meşə yağınları $7 \cdot 10^6$ ha-dan		$11 \cdot 10^6$
Cəmi		$257 \cdot 10^6$

Coğrafi şəraitdən asılı olaraq troposferin aşağı qatlarında CO-in konsentrasiyası kəskin dəyişilir. Şəhərlərdə bu qazın konsentrasiyası 1-dən 150 milyon⁻¹ qiymətinə kimi dəyişir. Şimal yarımkürəsində onun orta qiyməti 0,2 milyon⁻¹ olduğu halda cənub yarımkürəsində onun konsentrasiyası 0,06 milyon⁻¹ qiymətindədir.

2.3.3. Karbohidrogenlər

Karbohidrogenlərin təbii mənbəyi Yer təkindən baş verən neft, qaz, qaz kondensatı sızmaları, bataqlıqlar və su hövzələrində gedən proseslər, süni mənbələri isə daxili yanma mühərrikləri, bütün yanacaq sobaları (sənayedə və məişətdə istifadə olunan) müxtəlif rezervuarlar, tutarlar və avtomobillərin benzin baklarıdır. Benzin və digər yanacaq növləri tutarlarından şəhərlərdə uçucu karbohidrogenlər buxarlanır və avtomobil parkı böyük olan şəhərlərdə həmin uçucu karbohidrogenlərin miqdarı 0,4 q/m³-ə kimi çata bilər.

Atmosferə buraxılan karbohidrogenlərin əsas mənbəyi daxili yanma mühərriklərində (benzin və dizellə işləyən)

yanacağın tam yanmamasıdır. Burada dizel yanacaqları xüsusi qeyd olunmalıdır. Bu mühərriklərdə tam yanmayan yanacağın atmosfərə buraxılmasının əsas səbəbi injektorların pis tənzimlənməsindən meydana çıxır.

Müəyyən olunmuşdur ki, bütün dünyada atmosfərə buraxılan karbohidrogenlərin yarıdan çoxu daxili yanma mühərriklərinin, 14-16% sənayenin, qalanları isə başqa mənbələrin payına düşür.

ABŞ-in "General Motors" şirkətinin laboratoriyalarında aparılmış tədqiqatlar nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, orta hesabla hər bir avtomobil 1 km yol getdikdə atmosfərə 2 q karbohidrogen, 30 q dəm qazı və 4 q azot oksidi buraxır.

2.3.4. Kükürlü birləşmələr

Bu birləşmələrin əsasını kükürd anhidridi (SO₂) və hidrogen sulfid (H₂S) təşkil edir.

SO₂-nin süni mənbəyi çox olmadığı halda atmosferdə onun miqdarı olduqca cüzdür və qiyməti 0,2 mlr⁻¹ tərtibindədir. Təbiətdə kükürd anhidridinin yeganə təbii mənbəyi vulkanik fəaliyyətdir. Ona görə də kükürlü birləşmələr atmosfərə əsasən insanın fəaliyyəti nəticəsində daxil olur. Havanın başqa çirkləndiriciləri kimi, burada da əsas rolunu yanacağın yandırılması oynayır.

Robinson tərəfindən aparılan tədqiqatlar nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, SO₂-nin atmosfərə buraxılan ümumi miqdarı $145 \cdot 10^6$ ton təşkil edir (cədv. 2.4). Göstərmək lazımdır ki, bu kütlənin 70% kömürün, 16% duru yanacağın (xüsusən mazutun) yanması hesabına yaranır.

Səhiyyə mütəxəssisləri tərəfindən müəyyən olunmuşdur ki, SO₂-nin atmosferdə konsentrasiyası 0,1 milyon⁻¹-dən yuxarı olduqda bu insan sağlamlığı üçün təhlükədir.

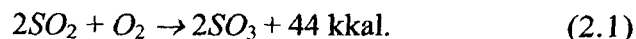
Kükürdün törəmələrinin atmosferdə kütləsi və konsentrasiyası
(Robinson, 1970)

Cədvəl 2.4

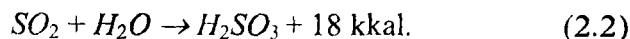
Kükürdün törəmələri	Çıxılma mənbəyi	Buraxılan kütlənin qiyməti, t/il	Atmosferdə birgə konsentrasiya, milyard ⁻¹
SO ₂	Kömürün yandırılması	51·10 ⁶	0,2
	Neftin emalı	3·10 ⁶	
	Neftin yandırılması	11·10 ⁶	
	Metallurgiya	8·10 ⁶	
H ₂ S	Sənayenin təsiri	3·10 ⁶	
	Dənizin təsiri	30·10 ⁶	
	Torpağın aşınması	68·10 ⁶	
	Vulkanik fəaliyyət	dəyişkən	
Cəmi		174·10 ⁶	

Atmosferə buraxılan kükürd anhidridi havada uzun müddət qalmadan müxtəlif çevrilmələrə məruz qalır ki, bu da kükürdün ümumi dövrünün bir hissəsini təşkil edir.

Ultrabənövşəyi şüaların təsiri nəticəsində kükürd anhidridi sulfat anhidridinə çevrilir ki, bu zaman müəyyən qiymətdə istilik ayrılır. Reaksiya aşağıdakı şəkildə gedir:

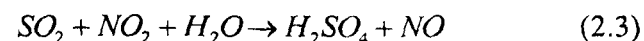


Atmosferdə SO₂ su damcıları ilə reaksiyaya girərək sulfat turşusu yaranır



Göstərilən hər iki reaksiya olduqca aşağı sürətlərlə gedir. Lakin dəmir və manqanın təsiri ilə proses sürətlənir və nəticədə qeyri-stabil sulfat turşusuna (H₂SO₄) çevrilir.

Son vaxtlar atmosferin kükürd birləşmələri ilə çirklənməsində aşağıdakı tipli reaksiyaların getməsi də müşahidə olunur



H₂S-in təbiətdə əsas mənbəyi torpaqda və suda olan anafob tipli bakteriyalardır. Bu birləşmələrin əsas süni mənbəyi bu maddəni istehsal edən sənaye sahələri və neft-kimya müəssisələridir. Bu maddə zərərli və onun havada buraxıla bilən həddi 15 milyon⁻¹-dir.

Aşağıdakı cədvəldə bəzi zərərli maddələrin buraxıla bilən həddi göstərilmişdir (cədv. 2.5).

Atmosferin tərkibində olan bəzi zərərli maddələrin buraxıla bilən həddi, mq/m³

Cədvəl 2.5

Maddələrin adları	Maksimum bir dəfəyə	Gün ərzində
Azot iki oksidi	0,085	0,085
Azot oksidi	0,4	0,06
Ammonyak	0,2	0,2
Aseton	0,35	0,35
Benzol	1,35	0,8
Benzin (qurğuşun tərkibli)	0,003	0,003
Naftalin	-	0,0003
Civə	0,15	0,05
Qurum	-	0,0007
Qurğuşun və onun birləşmələri	0,3	0,1
Sulfat turşusu	0,3	0,1
Karbon qazı	5	3
Xlor	0,1	0,03

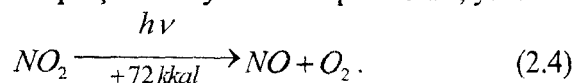
2.3.5. Azotlu birləşmələr

Azotlu birləşmələrin əsasını azot (II) oksidi (NO) və azot (I) oksidi (N₂O) təşkil edir. Bu qazların hər ikisi təbii atmosferin tərkibinə daxil olsa da, onların havadakı indiki konsentrasiyası süni şəkildə yaradılmışdır. Əsas süni mənbələri

daxili yanma mühərriklərində ayrılan qazlar və yüksək temperaturda yanma prosesidir.

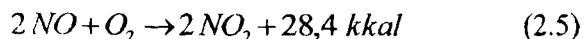
Azot (I) oksidinin (N_2O) atmosferdə miqdarı digər azotlu birləşmələrə nisbətən çox olmasına baxmayaraq, o atmosferin çirklənməsində böyük rola malik deyil. Lakin digər azotlu qazlar (NO və N_2O_3) haqqında bunu demək mümkün deyil.

Azot (II) oksidi qonur rəngli, qeyri-stabil, kəskin iyli, zəhərli qazdır. Görmə məsafəsini pisləşdirir. Əsas fiziki xüsusiyyəti onun ultrabənövşəyi (0,3 və 0,4 mkm) şüaların udulması nəticəsində parçalanmaya məruz qalmasıdır, yəni



Təbiətdə azot iki oksidinin yayılmasının qarşısının alınması çətinidir, çünki, o NO_2 -nin spontan çevrilmələri nəticəsində meydana çıxır.

NO öz növbəsində yanma qazların tərkibində olaraq oksigenlə reaksiyaya girməsindən NO_2 alınır



Bu reaksiya temperatur 600 °C-dən yuxarı olduqda əks istiqamətdə gedir. Bunun nəticəsidir ki, avtomobillərdən buraxılan azotlu qazlar içərisində azot (II) oksidi üstünlük təşkil edir.

Güclü çirklənməyə məruz qalmış şəhər zonalarında NO_2 -nin konsentrasiyası 0,1 milyon⁻¹ tərtibdə olur. Müəyyən olunmuşdur ki, biogeokimyəvi proseslər nəticəsində yaranan NO_2 -nin ümumi miqdarının 10%-dən çox hissəsi insanın fəaliyyəti nəticəsində yaranır.

Müxtəlif yollarla atmosfərə düşən azot iki oksidi orada 3 günə kimi qala bilər. Bu müddət ərzində o, atmosferdə olan su buxarları ilə reaksiyaya girərək azot turşusuna, bu turşu isə öz növbəsində atmosferdəki ammoniyakla reaksiyaya girərək NH_4NO_3 birləşməsini yaradır. Belə reaksiyalar nəticəsində

alınmış nitratların hamısı atmosfer aerosolunda müşahidə olunur. Ona görə də onlar yağıntılar vasitəsi ilə yerə qayıdirlar. Bu isə torpağın və nəticədə bitki örtüyünün azota olan tələbatını əsasən ödəyir.

Müəyyən olunmuşdur ki, atmosferdə yaranan azot turşularının demək olar ki, hamısı mineral aerosollara (nitratlara) çevrilirlər.

2.3.6. Halogenli birləşmələr

Yuxarıda qeyd etdiyimiz çirkləndiricilərin əksəriyyəti yanma prosesində yarandığı halda, halogenli birləşmələr ancaq sənaye istehsalında ətraf mühitə buraxılır. Halogen birləşmələrdən xlor, xlorid turşusu, brom, flüor, flüor turşusu sənaye istehsalı zamanı yaranır. Bu birləşmələr güclü zəhərlənmə xüsusiyyətlərinə malik olduqları üçün belə sahələrini yaşayış məntəqələrindən kənarda tikirlər.

Halogenli birləşmələrin yayılmasına təsir göstərən istehsal sahələrindən biri də alüminiumun istehsalıdır. Bu istehsal sahəsində flyus kimi kriolitdən, yəni Na_3AlF_6 alüminium flüoridin natrium duzundan istifadə edilir. Elektroliz zamanı həlledici kimi istifadə olunan bu birləşmələrin bir hissəsi anodda fluorun ayrılmasına şərait yaradır.

Plastmas tullantılarının yandırılması da hallogen elementlərin ətraf mühitə yayılmasına şərait yaradır. Məsələn, polixlorvini yandırıldıqda böyük miqdarda xlorid turşusu alınır.

2.3.7. Aerosollar (toz hissəcikləri)

İnsan fəaliyyəti nəticəsində atmosfərə çoxlu miqdarda bərk şəkildə hissəciklər buraxılır ki, bu da havanın çirklənməsinə çox ciddi təsir göstərir. Belə hissəciklərə bəzən *aerosollar* deyilir. Qeyd etmək lazımdır ki, aerosolların təbii mənbəyi olur. Bunlardan vulkanik fəaliyyət və torpaq erozosiyası xüsusi qeyd olunmalıdır.

Yanacağın tam yanmaması atmosferdə aerosolların əsas mənbələrindən hesab olunur.

Atmosferə buraxılan çoxsaylı hissəciklər ölçülərinə görə qruplara bölünür:

- 1) çökməyə qabil olan bərk hissəciklər;
- 2) az çökən, yaxud çökməyən hissəciklər;
- 3) çökməyən mikroskopik tozlar.

Çökən hissəciklərin əsas xüsusiyyətlərindən onların troposferin aşağı qatında (3000 metrədən aşağı) toplaşmasıdır və ölçüləri 20 mkm tərtibində olmasıdır. Belə hissəciklər tezliklə öz mənbəyi yaxınlığında yerə tökülürlər. Belə hissəciklər əsasən böyük sənaye mərkəzləri üçün daha xarakterik olur.

Az çökən hissəciklərin diametri 2,5 mkm-dən 0,1 mkm-ə kimi olur. Əgər hissəciklərin ölçüləri 0,1 mkm-ə kimdirsə, Brown hərəkəti nəticəsində hissəciklərin sürəti, çökmə sürətindən böyük olduğundan 0,1 mkm-dən kiçik olan hissəciklər tədricən yerə qayıtmış olur.

Diametri 1 mkm-dən kiçik olan hissəciklər meteorologiya-da əsas rol oynayırlar, çünki onlar su buxarının kondensasiya olunması üçün effektiv nüvələr yaradırlar.

Aerosolların tərkibində ölçüləri çox kiçik olan hissəciklər də təsadüf olunur. Diametri 0,001 mkm-dən kiçik olan hissəciklərə *mikrohissəciklər* deyilir. Belə hissəciklərinin diametrinin orta ölçüləri 0,003 mkm tərtibində olur. Ölçüləri çox kiçik olduğundan onların tərkibini müəyyən etmək hələlik mümkün olmayıb.

Ümumiyyətlə, fərz olunur ki, atmosferdə olan aerosolların əksəriyyətinin ölçüləri 0,1-2,0 mkm intervalındadır. Bu hissəciklər bir çox atmosfer hadisələrində vacib rol oynayırlar. Bunların təsirindən yer səthində işıqlanma dərəcəsi və temperatur xüsusiyyətləri formalaşır. Hissəciklər Günəş radiasiyasının səpəlməsinin əsas səbəbi hesab olunur.

2.3.8. Aerosolların mənşəyi, tərkibi və atmosferdə paylanma xüsusiyyətləri

Aerosolların böyük bir qismi atmosferə səhralarda müşahidə olunan qum tufanları nəticəsində düşür. Bu hissəciklərin orta qiyməti 0,3 mkm ətrafında olub, tərkibcə silisiumdan ibarət olur. Bu prosesin yaranması insanın fəaliyyəti ilə də bağlıdır, bu da ondan irəli gəlir ki, insan fəaliyyəti nəticəsində səhraların sərhədləri genişlənir.

Təbii mənşəli aerosolların digər mənbəyi vulkanik fəaliyyətdir. Vulkan püskürərkən atmosferə, yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi müxtəlif ölçülərdə aerosollar və kükürd qazları buraxılır. Göstərilən qazlar atmosferdə sulfat turşusunu əmələ gətirir. Müəyyən olunmuşdur ki, vulkanların püskürməsinin birinci fazasında stratosferaya milyon tonlarla müxtəlif xarakterli hissəciklər buraxır.

Dənizdə şiddətli dalğalanma zamanı ətrafa böyük miqdarda su hissəcikləri sıçradılır. Su buxarlarından sonra isə suyun tərkibində olan duzlar aerosollar yaradılır ki, onların da orta diametri 0,03 mkm tərtibində olur. 3000 metrədən yuxarı hündürlüklərdə bu hissəciklərin miqdarı kəskin sürətdə aşağı düşür.

Nəhayət, təbii aerosol mənbələrindən biri də meşə yanğınları hesab olunur ki, bunlar həm təbii, həmçinin də süni mənbə hesab olunurlar.

Aerosolların əsas süni mənşəyi yanma prosesləri və sənaye istehsalıdır. Yanma zamanı atmosferə çoxlu sayda mineral, metal və kömür (qurum) hissəcikləri buraxılır. Xüsusən sənayedə tətbiq olunan sobalarda kömür, yaxud mazut yandırılır, bunlar belə hissəciklərlə olduqca zəngindir.

Tikinti materiallarının istehsalı və onlardan istifadə (daş karxanaları, xırdalatma sexi, sement sənayesi, mülk tikinti və s.) atmosferə buraxılan tozların əsas mənbələrindən biri hesab olunur. Məsələn, hesablanmışdır ki, 1 t sement istehlak

etmək üçün 2,8 ton müxtəlif materialları xırdalamaq tələb olunur. Qaradağ sement zavodunda 1990-cı ildə istehsal edildiyi ümumi məhsulun 6-8%-ni atmosfərə buraxılmışdır. Bu isə min tonlarla, müxtəlif ölçülü olan toz hissəcikləridir.

Metallurgiya müəssisələri də atmosferi aerozolla çirkləndirən əsas mənbələrdən hesab olunur. Poladəritmə zavodları tərkibində kiçik ölçülü dəmir oksidi (ölçüləri 0,1 mkm) olan hissəciklərin qırmızı tüstü şəklində atmosfərə buraxılır. Əlvan metallurgiya (sink, qalay, alüminium, mis) istehsalı da ətraf mühitin aerozolla çirklənməsində mühüm rol oynayırlar.

Sənaye mərkəzlərinin yaxınlığında toz hissəciklərində çoxlu minerallar, o cümlədən kvars, kalsit, gips, çöl şpatı, asbest aşkar olunmuşdur. Bunların içərisində asbest canlı orqanizmlər üçün xüsusilə təhlükəlidir. Bu mineralın cüzi bir hissəsi tənəffüs vasitəsi ilə ağ ciyəyə düşdükdə onu ciddi surətdə zədələyir.

Müəyyən olunmuşdur ki, sənaye mərkəzlərinə düşən toz hissəciklərinin 20% dəmir oksidi, 15% silikatlar, 5% isə qurum təşkil edir. Az miqdarda bu tozların tərkibində manqan, molibden, sürmə və bəzi hallarda çox zəhərli olan selen və tellur müəyyən edilmişdir.

Flüorlu birləşmələr sənaye məşəli başqa birləşmələr qrupuna daxildir. Alüminium zavodlarından başqa bu maddələrlə çirklənmə mənbələri – fosfor gübrələri istehsal sahələri və kərpic istehsalıdır. Məsələn, müəyyən olunmuşdur ki, 1 ton fosfatın istehsalında atmosfərə 100 qram flüor buraxılır.

Atmosferdə yayılan hissəciklərin miqdarı, onların yayılma xüsusiyyətləri əsasən yerin coğrafi şəraitindən və nəzarətin həyata keçirildiyi hündürlükdən asılıdır.

Müəyyən olunmuşdur ki, atmosferdə aerozolların kəmiyyətcə miqdarı böyük hədd daxilində dəyişir. Belə ki, bu qiymət təmiz atmosfərə $10^{-7} \cdot \text{m}^3$ -dən, çirklənmiş sənaye mərkəzlərində $2 \cdot 10^{-9} \cdot \text{m}^3$ qiymətinə kimi dəyişir.

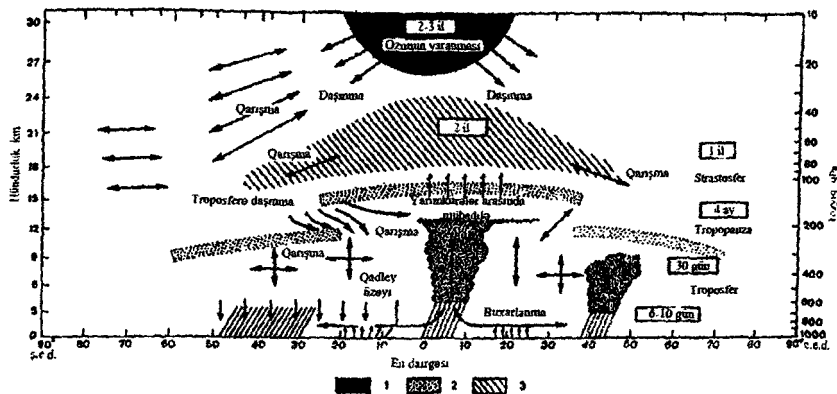
Atmosferi çirkləndirən aerozollar içərisində qurğuşun xüsusi yer tutur. Bu bir tərəfdən onunla izah olunur ki, müasir sənayenin qurğusuna olan tələbatı ildən-ilə artır. Təkcə akkumulyator istehsalında bütün dünyada istehsal olunan qurğuşunun üçdə biri sərf olunur. Benzinin tərkibinə oktan ədədini qaldırmaq üçün ona tetraetil-qurğuşun əlavə olunur. Hər bir avtomobil il ərzində atmosfərə orta hesabla 1 kq-a kimi qurğuşunu aerozol şəklində buraxır.

Digər tərəfdən bu metal çox zəhərli olduğu üçün daha diqqətlə hərtərəfli öyrənilir. Atmosferdə onun paylanması çox müxtəlifdir. Məsələn, Sakit okeanın mərkəzində onun konsentrasiyası $0,001 \text{ mkq/m}^3$ olduğu halda, kənd təsərrüfatı rayonlarında onun qiyməti 1 mkq/m^3 , sənaye mərkəzində isə $5,1 \text{ mkq/m}^3$, tunneldə isə bəzən, $30-35 \text{ mkq/m}^3$ -ə çatır.

İri sənaye şəhərlərində avtomobillərin sayı ilə havanın tərkibindəki qurğuşunun konsentrasiyası arasında korelyasiya müəyyən olunmuşdur. Şəhərin mərkəzində qurğuşunun konsentrasiyası $3,2 \text{ mkq/m}^3$ olduğu halda şəhərin kənarında bu qiymət $0,2 \text{ mkq/m}^3$ təşkil etmişdir.

Müəyyən olunmuşdur ki, ölçüləri 0,05-dən 5 mkm-ə kimi olan qurğuşun hissəcikləri atmosferdə bir neçə həftə qala bilirlər. Nəhayət, qurğuşun müəyyən zaman keçəndən sonra torpağa çökür.

Müxtəlif tip aerozollar atmosferdə eyni cür paylanmır. Troposferin aşağı sərhəddində onların konsentrasiyası böyük olduğu halda troposferin yuxarı sərhəddində bu qiymət kəskin aşağı düşür. Stratosferada qarışıqların miqdarı artmağa başlayır və 16-28 km hündürlükdə hissəciklərlə zəngin olan təbəqə yaranır. Bu təbəqə insan fəaliyyətinin nəticəsi yox, əsasən təbii amillərin xüsusən vulkan püskürmələrinin və meteor hissəciklərin təsirindən yaranır (şək. 2.4).



Şek. 2.4. Yer atmosferində ozonun, suyun və qarışıqların paylanması. Düzbucaqlar içərisində rəqəmlər qarışıqların atmosferdə orta qalma müddətləridir

2.4. Atmosferdə zərərli dumanlar - kəsafət

Yuxarıda göstərildi ki, sənaye şəhərlərində insolyasiya prosesinin pozulmasının əsas səbəblərindən biri də zəhərli dumandır. Belə dumanlar *kəsafət* adlanır. Bir sıra ədəbiyyatlarda buna smog da deyilir. “Smog” sözü yarı rus, yarı ingilis sözü olub “siqaret tüstüsü” mənasını verir. Kəsafətin yaranmasının əsas səbəbi temperatur qradientinin dəyişməsi ilə xarakterizə olunur.

Normal hallarda yuxarı qalxdıqca, temperatur aşağı düşür. Havanın ən yüksək temperaturu yer səthi ilə təmasda olan hava qatında müşahidə olunur. Lakin müəyyən şərtlər daxilində soyuq hava yer səthi yaxınlığında ola bilər. Yer səthi yaxınlığında havanın soyuması daha tez-tez qış mövsümündə və xüsusən də gecə vaxtlarında müşahidə olunur. Bunun fiziki səbəbi açıq səma, sakit hava və yer səthinin istilik şüalanmasıdır. Nəticə etibarilə bilavasitə yer səthi yaxınlığında və ya müəyyən hündürlükdə (200-300 m) *inversiya* qatı yaranır ki, həmin qatdan yuxarı qalxdıqca müəyyən hündürlüyə kimi temperatur yüksəlir.

İnversiya qatından yuxarı temperatur qradienti normal vəziyyətə düşür və müsbət olur.

Temperatur inversiyası nəticəsində bu və ya digər səbəblər üzündən atmosfərə buraxılan çirkəndirici qazlar yuxarıya qalxa bilmədiklərindən atmosfərə yayıla, səpələnə bilmirlər. Bəzi hallarda temperatur inversiyası nəticəsində havanın temperaturu o qədər aşağı ola bilər ki, nəticədə zəhərli duman yaranı bilər. Dumanın yaranmasına müsbət təsir göstərən amillərdən biri havanın tərkibində olan və soyumuş su buxarları üçün nüvə rolunu oynayan müxtəlif ölçülü hissəciklərdir.

Belə şəraitdə yaranmış kəsafət daha təhlükəli hesab olunur. Bu səbəbdən havada olan zəhərli maddələrin konsentrasiyası səpəlmə olmadığından maksimum olur. Məsələn, 1952-ci ildə Londonda baş verən kəsafət nəticəsində havanın tərkibində yanma məhsulu olan kükürd qazının konsentrasiyası $0,1 \text{ milyon}^{-1}$ -dən $1,34 \text{ milyon}^{-1}$ -ə qədər yüksəlmişdir. Nəticədə çoxlu ölüm halları və kütləvi zəhərlənmələr qeydə alınmışdır.

Vadilərdə yerləşən sənaye şəhərlərində temperatur inversiyası daha fəlakətli nəticələrə gətirib çıxara bilər. Məsələn, ABŞ-da hər tərəfdən təpəliklərlə əhatə olunmuş vadidə yerləşən Los-Anjeles şəhəri buna bariz misəldir. Müəyyən olunmuşdur ki, orta hesabla ildə 200 gün sözü gedən şəhərdə bu və ya digər dərəcədə kəsafət hadisəsi qeydə alınır.

Qeyd etmək lazımdır ki, kəsafət hadisəsinin özü temperatur inversiyasının yaranmasına şərait yaradır. Belə ki, tərkibində çoxlu miqdarda aqrozollar olan hava təbəqəsi Günəş şüalarının yer səthini qızdırmasına mane olur. Yəni, şüalanma enerjisinin çox hissəsi aqrozollar tərəfindən udulur və səpəlməyə məruz qalır. Beləliklə, inversiya qatının üstündə hava soyuyaraq yer səthinin üzərinə enərək daha da sıxlaşır.

Ancaq külək kəsafəti dağıda bilər. Yəni zəhərli qazlar əsasən külək vasitəsilə atmosfərə səpələnir. Digər tərəfdən külək zəhərli qazları çirkənləmə mənbəyindən çox uzaq başqa

regionlara apara bilir ki, bu da həmin regionlar üçün ekoloji problemlər yaradır.

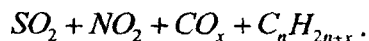
İndi də kəşafəti yaranan bəzi kimyəvi və fotokimyəvi prosesləri nəzərdən keçirək.

Kəşafətin yaranmasının əsas səbəbi 200-300 metr hündürlükdə temperatur inversiyasının mövcud olmasıdır. İnversiya nəticəsində yer səthindən qızmış hava yuxarı qalxa bilmədiyindən zəhərli qaz qarışıqlarından ibarət xüsusi kütlə alınır. Bu zaman kəşafət canlı orqanizmlər, xüsusən də insanlar üçün daha təhlükəli olur.

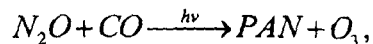
Bu proses nəticəsində 1952-ci ildə Londonda baş vermiş kəşafət nəticəsində havada kürürd qazının miqdarı 10 dəfədən çox artaraq, konsentrasiyası $1,34 \text{ milyon}^{-1}$ olmuşdur (adi şəraitdə bu qiymət $0,1 \text{ milyon}^{-1}$ -dən çox olmur). Nəticədə 2000-ə yaxın adam ölmüş, minlərlə adam isə bu və ya digər dərəcədə zəhərlənməyə məruz qalmışdır.

Kəşafət əsas iki növə - adi və fotokimyəvi kəşafətə bölünür.

Adi kəşafət qatı qeyri-şəffaf tüstü şəklində özünü göstərir. Tərkibində müxtəlif qarışıqlar və su birləşmələri olur:

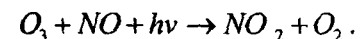
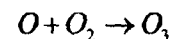
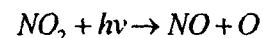


Adi kəşafətin digər forması avtomobil kəşafətidir. Bu zaman avtomobilin işlənmiş qazlarının tərkibində olan N_2O və CO Günəşin şüalanması nəticəsində çox aktiv perokisasetilnitrat (PAN) və O_3 (ozon) qazı yaranır, yəni



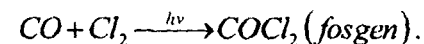
Burada $h\nu$ -Günəş kvantının enerjisidir. Kəşafətin ən çox yayılmış növü fotokimyəvi kəşafətdir. Bu kəşafət adi kəşafətdən öz şəffaflığı ilə fərqlənir.

Qaz qarışıqları ardıcıl reaksiyaya girərək əvvəlki qazlardan daha zəhərli birləşmələr əmələ gətirirlər. Reaksiyalar aşağıdakı şəkildə gedir:

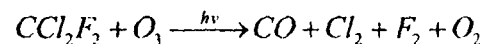


Bu reaksiyanın ən təhlükəli komponentləri O_3, NO, NO_2 -dir.

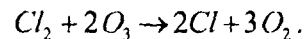
Fotokimyəvi kəşafətin çox təhlükəli növlərindən biri *fosgenin* alınması ilə nəticələnəndir. Bu birləşmə qaz qarışığının tərkibində CO və Cl_2 birləşmələri olanda Günəş şüalarının təsiri altında yaranır. Yəni



Son zamanlar atmosfer üçün təhlükəli proseslərdən biri də ozon qatının parçalanmasıdır. Bunun əsas səbəbi freon və ultrabənövşəyi şüaların təsirindən O_3 -in parçalanmasıdır. Reaksiya aşağıdakı kimi gedir:



(freon)



2.5. Atmosferin çirklənməsinin ekosistemlərə təsiri

2.5.1. İqlimin formalaşmasına təsiri

Atmosfer çirklənməsi ilə iqlim formalaşması arasında sıx əlaqə mövcuddur.

Yerli və regional miqyasda küləyin istiqaməti, relyef, Günəş radiasiyası və yağıntıların miqdarına atmosferin

çirklənməsi bu və ya digər dərəcədə təsir göstərir. Digər tərəfdən çirklənmə dərəcəsi çox yüksək olarsa, əsas meteoroloji amillərin özləri dəyişkənliyə məruz qala bilərlər. Məsələn, yer səthinə düşən Günəş enerjisinin miqdarı atmosferdə olan hissəciklərin sıxlığından bilavasitə asılıdır.

Əgər hal-hazırda atmosfer çirklənmələrinin mikroiqlimə təsiri hərtərəfli etiraf olunursa, bu təsirin qlobal nöqteyi nəzərdən qiymətləndirilməsində hələ də mübahisə doğuran məsələlər qalmaqdadır.

Doğrudan da bu olduqca mürəkkəb bir problemdir. Bir tərəfdən atmosferin çirklənməsinin iqlimə təsiri qeyri şərtsiz qəbul olunduğu halda, onun qlobal miqyasda kəmiyyətə qiymətləndirilməsi və yer səthində havanın temperaturuna təsiri hələ tam açılmamışdır.

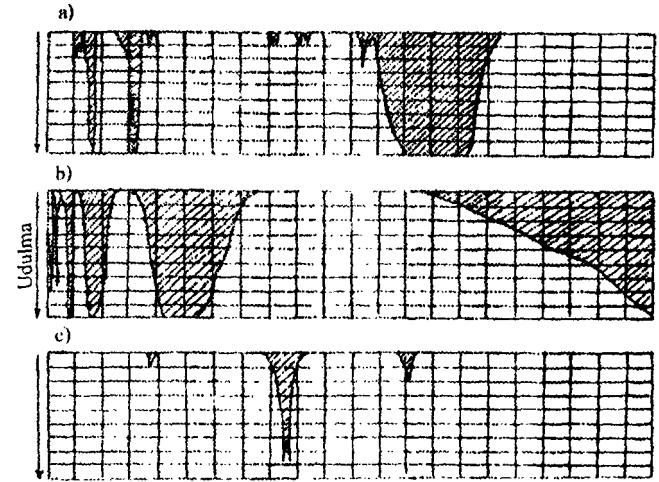
Yer səthinin yaxınlığında havanın orta temperaturu, ilk növbədə hər vahid səthə düşən enerjinin miqdarından asılıdır.

Yer səthinə düşən Günəş enerjisi aşağıdakı kimi hesablanı bilər:

$$I = I_0 \exp[(\alpha_0 + \alpha_s + \alpha_d) \cdot m],$$

burada I_0 - atmosferin yuxarı sərhəddində Günəş radiasiya səlinin qiyməti; α_0 -atmosfer qazları vasitəsilə radiasiyanın udulma əmsalı; α_s -göstərilən qazların təsirindən radiasiyanın səpələnmə əmsalı; α_d - radiasiyanın qarışıq hissəcikləri tərəfindən udulmanı və səpələnməni nəzərdə tutan zəifləmə əmsalıdır; m -Günəşə və zenitə görə istiqamətin kosinüsüdür; bu qiymət özünü coğrafi enlik və zamandan asılı olan funksiya kimi göstərir.

Atmosfer qazlarının əksəriyyəti Günəş şüaları üçün şəffafdır və faktiki olaraq bu qazlarda udulma sıfıra bərabərdir. Digər tərəfdən karbon qazı, su buxarları və ozon mürəkkəb üç atomlu olduğuna görə böyük miqdarda Günəş enerjisini udurlar (şək. 2.5).



Şək.2.5. CO_2 -nin (a), su buxarının (b) və ozonun (c) infraqırmızı diapazonda udulma spektrləri

Müəyyən olunmuşdur ki, ozon qazı Günəş şüalanmasının 5%-ni udduğu halda, karbon qazının atmosferdə miqdarının çox olmamasına (329 milyon^{-1}) baxmayaraq, bu qazlar infraqırmızı diapazonda Günəş şüalanmasının güclü surətdə udurlar. Karbon qazının konsentrasiyasının müasir qiymətində bu qazlar 14,5-15,5 mkm dalğa uzunluğunda bütün enerjini udurlar. Karbon qazı istixana (parnik) effekti adlanan effekt yaradır. Belə ki, o istixanalarda olan şüşə rolunu oynayır. Yəni yer səthinin istilik şüalanmasının udaraq troposferin aşağı qatlarında temperaturu qaldırır.

Su buxarları da infraqırmızı şüalanmanı güclü surətdə udaraq, yer səthinin aldığı enerjini artırır. Mollerin hesablamalarına görə atmosferdə olan su buxarlarının 10% artması, gələn Günəş radiasiyasının $1 \text{ kal}/(\text{dəq sm}^2)$ azalmasına şərait yaradır. Beləliklə, yer səthində şüalanmanın ümumi miqdarı $2,5 \text{ kal}/(\text{dəq sm}^2)$ qədər artımına şərait yaradır.

Buludun örtmə faizindən asılı olaraq temperaturun dəyişməsinə ciddi təsir göstərir.

Fərz olunur ki, orta hesabla yer səthinin 52%-i buludla örtülmüş olur. Buludlar yer səthi tərəfindən şüalanın enerjini əks etdirərək albedonun qiymətini dəyişir. Buludun örtüyü səthin sahəsini 1% artırıqda yerə gələn enerji təqribən 0,65-0,8 kal/(dəq sm²) azalır.

Aerozolların yer səthinin temperaturunun formalaşmasına təsirinin kəmiyyətə qiymətləndirilməsi olduqca çətinidir. Bu çətinlik onunla əlaqədardır ki, aerozolların təbiətindən asılı olaraq bu təsir çox müxtəlif xarakter daşıyır. Əgər infraqırmızı şüalanma üçün əks olunma əmsalının orta qiyməti, görünən diapazona nisbətən böyükdürsə, o zaman yer səthinin temperaturu yüksələcək. Əks təqdirdə temperatur aşağı düşəcək. Digər təsir göstərən amillərdən biri də aerozol qatının yerləşmə hündürlüyüdür. Əgər qarışıqlar stratosferadadırsa, o zaman udulma göstərilən qatda temperaturu qaldıracaq, yer səthində isə hava soyuyacaq.

Atmosferdə baş verən hər hansı fiziki-kimyəvi dəyişikliklər yuxarıdakı formulada göstərilən əmsallara ($\alpha_0, \alpha_s, \alpha_d$) təsir göstərərək baxılan coğrafi enlikdə iqlimin dəyişməsinə gətirib çıxarır.

İnsanın biosferaya təsiri özünü müxtəlif proseslərin toplusu kimi göstərir və bunlar atmosferdə radiasiyanın dəyişməsinə gətirib çıxarır. Müasir sivilizasiyanın atmosfərə artan təsiri nəticəsində oraya çoxlu miqdarda qarışıqlar buraxılır ki, onların miqdarı və tərkib xüsusiyyəti barədə ancaq təqribi məlumatlar mövcuddur.

2.5.2. Qlobal temperaturaya karbon qazının təsiri

Süni yollarla istehsal və istifadə olunan yanacaq da (karbohidrogenlərin yandırılması, nüvə reaktorları və s.) yer səthinin radiasiya balansının formalaşmasına təsir göstərir. Bir

sıra texniki məntəqələrin infraqırmızı şüalanması böyük qiymətə malikdir.

Atmosferdə karbon qazı iqlimdə ciddi dəyişikliklər yarada bilər. Biz yuxarıda qeyd etdik ki, Günəş radiasiyasının görünən oblastında atmosfer şəffaf olduğu halda, uzun dalğa, xüsusən infraqırmızı diapazonda atmosfer o qədər də şəffaf deyildir. Buna görə də yer səthinə yaxın havanın temperatur effekti bu amilin təsirindən, artmağa doğru gedir. Deyilənləri təcrübələr də təsdiq edir. Hal-hazırda yer səthi yaxınlığında havanın orta illik temperaturu 13 °C (yaxud 286 K) təşkil edir.

Fərz etmək olar ki, Yer atmosfer sistemi Günəşlə nisbi tarazlıqdadır. Yəni Yer tərəfindən kosmik fəzaya şüalandırılan enerji Günəşdən gələn enerjini tarazlaşdırır. Beləliklə, qlobal albedonun qiymətindən asılı olaraq Yer səthinin şüalanma temperaturunu (T_s) təyin etmək olar. Hesablamalar göstərir ki, T_s -nin qiyməti 20°C-yə yaxındır. Bu qiymət peyklərdən aparılan ölçmələr zamanı da sübut olunmuşdur. T_s/T_g - kəmiyyətinə parnik əmsalı deyilir ki, onun qiyməti 1,13-dir.

Bir çox tədqiqatçılar atmosferdə karbon qazının çoxalmasının qlobal iqlimin dəyişməsinə təsirini müəyyən etməyə cəhd göstərmişlər.

Məşhur İsveç alimi Arrhenius 1896-cı ildə hesablamışdı ki, atmosferdə karbon qazının miqdarının 3 dəfə artması yer səthində havanın orta temperaturunu 9°C qaldırır.

Plass (1959) ilk dəfə olaraq elektron hesablama maşınlarından istifadə etməklə, atmosferdə karbon qazının artmasının nəticələrini qiymətləndirmişdir. O, müəyyən etmişdir ki, atmosferdə karbon qazının konsentrasiyasının iki dəfə artması, qlobal temperaturu 3,6°C qaldırdığı halda, CO₂-in konsentrasiyasının 50%, azalması isə temperaturun 3,8°C aşağı düşməsi və yeni buzlaşma dövrünün başlanmasına səbəb ola bilər.

Yaxşı məlumdur ki, biosferanın tarixində bir neçə buzlaşma periodları olmuşdur. Məsələn, Plass hesab edir ki, tropik və buzlaşma periodları bir-birini əvəz etmiş və bu proseslər arası dövr 250 min il davam etmişdir. Öz növbəsində hər bir buzlaşma dövründə soyuma və qızmaların bir-birini əvəz etməsi müşahidə olunmuşdur. Bu tədqiqatın mülahizələrinə görə son 620000 il müddətində 10 termik dövr mövcud olmuşdur.

Göstərilən mülahizələr əsasında Plass buzlaşma dövrlərinin yeni nəzəriyyəsini vermişdir. O, göstərir ki, buzlaşma dövründə biosferanın 10%-i buzlaşır ki, bu da onun tərkibində karbon qazının miqdarının azalmasına səbəb olur. Beləliklə, həcmi azalmış okeanlar tədricən atmosfərə suda həll olmuş karbon qazını ayırır və istixana effekti tədricən yüksəlir və buzlaşma dövrü sona çatır. Yer səthinin qızması prosesi başlayır, buzlar əriyərək dünya okeanının səviyyəsini artırır və o, havada olan karbon qazını udmağa başlayaraq infraqırmızı udulmanı tədricən aşağı salır və müəyyən dövrlər ərzində bu proseslər təkrar olunur.

Hadisənin dövrü xarakteri göstərir ki, sistem heç bir vaxt tarazlıq halını ala bilmir.

Bir çox müəlliflər, atmosferdə karbon qazının konsentrasiyası artımının 20-30 il müddətində təsirini qiymətləndirməyə cəhd göstərmişlər. Lakin nəticələr bir-birindən kəskin fərqlənir. Bunun əsas səbəbi hesablamalar zamanı müxtəlif amillərin nəzərə alınmamasındadır.

Möllər hesablamalar zamanı bulud örtüyün, infraqırmızı şüalanmanın karbon qazı və su buxarları ilə udulmasını nəzərə almışdır. Onun hesablamalarına görə atmosferdə karbon qazının miqdarının 10% artması, qlobal temperaturun $0,15^{\circ}\text{C}$ yüksəlməsinə səbəb olar. Karbon qazının iki qat artımı orta hesabla 1°C artımına səbəb ola bilər.

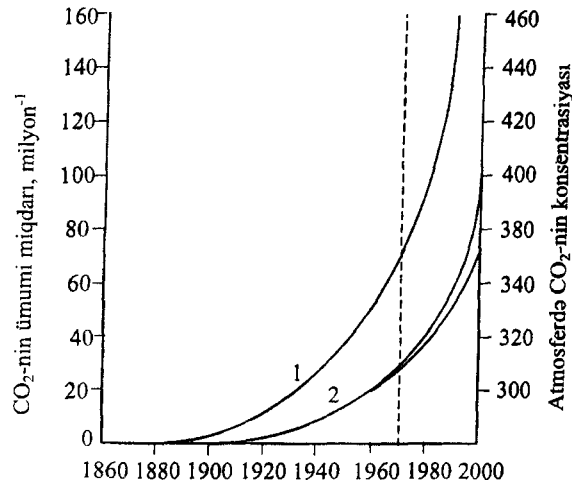
Manabe və Vezerold havanın temperaturunun karbon qazının miqdarından asılı olaraq atmosferin üç ölçülü modelini

vermişlər. Bu modelin nəticələrinə görə atmosferdə karbon qazının miqdarının iki dəfə artması orta temperaturu $1,33^{\circ}\text{C}$ yaxud $2,36^{\circ}\text{C}$ qaldıracaq.

Razul və Şneyder isə karbon qazının temperatura təsirini təyin etmək üçün təklif etdikləri model, Manabenin təklif etdiyi modeldən fərqlidir. Bu müəlliflər fərz edir ki, 15 mkm – ilk infraqırmızı dalğaların güclü udulmaya məruz qalması nəticəsində karbon qazının artımı istixana effektini zəiflədəcək. Bu mülahizələri nəzərə alaraq həmin müəlliflər göstərmişlər ki, CO_2 -nin miqdarının atmosferdə iki dəfə artımı planetin temperaturu ancaq 0,6 K, üç dəfə artımı 1 K, 10 dəfə artımı isə cəmi 2,5 K qədər olacaq (şəkl. 2.6).

Göründüyü kimi müxtəlif tədqiqatçılar tərəfindən aparılan hesablama nəticələrinə əsasən, karbon qazının atmosferdə konsentrasiyasının artımı nəticəsində temperaturun artımı haqqında qiymətlərdə çox kəskin fərqlər mövcuddur. Belə ki, Razul və Şneyderin aldığı nəticələr Manabe və Vezeroldun nəticələrindən 4 dəfədən çox fərqlənir.

Göstərilən müəlliflər tərəfindən aparılan hesablamaların əsas çatışmayan cəhəti ondan ibarətdir ki, onlar müxtəlif en dairələrində göstərilən səbəbdən temperaturun dəyişməsinə bütün amilləri nəzərə almamışlar. Bunlardan meteoroloji amillərin dinamikliyi aspekti xüsusi ilə qeyd olunmalıdır. Müəlliflər temperaturun formalaşmasına ciddi təsir göstərən havanın yerdəyişməsinə nəzərə almamışlar.



Şək. 2.6. 1860-cı ildən 2000-ci ilə kimi karbon qazının atmosferdə konsentrasiyasının artımı. 1-əyrisi insan fəaliyyəti nəticəsində yaranmış karbon qazının miqdarı, 1 və 2 əyriləri arasındakı məsafə, biokütləyə keçmiş və hidrosferdə udulmuş karbon qazının miqdarına uyğun gəlir. 2 əyrisinin ikləşməsi artımın qiymətləndirmə xətasının müxtəlif olmasını göstərir (Bolin, 1970).

2.5.3. Sənaye tullantılarının temperatura təsiri

Karbon qazının miqdarının atmosferdə artması temperaturun yüksəlməsinə şərait yaratdığı halda, sənaye qarışıqlarının atmosferə buraxılması əks effekt yaradır. Razul və Şneyderin apardığı tədqiqat nəticələrinə görə atmosferdə qarışıqların miqdarının 4 dəfə artması yer səthi yaxınlığında temperaturun 3,5K aşağı düşməsinə şərait yaradır. Temperaturun bu intensivlikdə aşağı düşməsi yeni buzlaşma dövrünün başlanmasının əsasını qoya bilər.

Hal-hazırda bir sıra konkret müşahidələrin nəticələri yuxarıda adı çəkilən nəzəriyyənin nəticələrini təsdiq edir. Deyilənləri sübuta yetirmək üçün Mitçel (1970) göstərmişdir

ki, 1883-cü ildə Krakatay vulkanı püskürəndən sonra Yer kürəsində orta temperatur 1 °C aşağı düşmüşdür.

Mitçel temperaturun dəyişilməsinə karbon qazının təsiri ilə yanaşı atmosferdə sənaye tullantılarının təsir dərəcəsini də qiymətləndirməyə cəhd göstərmişdir. O, göstərmişdir ki, əgər atmosferdə karbon qazının iki dəfə artması üçün tələb olunan vaxt 23 il, qarışıqların iki dəfə artması üçün tələb olunan vaxt 10 il olarsa, bu iki amilin temperatura təsiri tarazlaşar və yer üzərində temperatur ancaq çox cüzi dərəcədə aşağı düşər.

İnsan bilavasitə və dolaylı yollarla havanın temperaturuna təsir göstərməklə yanaşı havanın rütubətinə də təsir göstərir. Müasir texnologiya nəticəsində yer səthində və atmosferə düşən Günəş radiasiyası dəyişir.

Əgər troposferin aşağı sərhəddində süni yollarla alınmış su buxarlarının miqdarı, təbii yolla formalaşmış su buxarlarının miqdarından azdırsa, troposferin yuxarı qatlarında xüsusən stratosferdə su buxarlarının qiyməti müqayisə olunandır.

Reaktiv təyyarələrin uçuşu atmosferin su tutumunun lokal dəyişməsinə təsir göstərir. Bunun nəticəsində həmin hündürlükdə buludların sayı artır ki, bu da yer səthində insolyasiyası prosesini dəyişdirir.

Son illərdə isə aviasiyada səsdən sürətli təyyarələrdən istifadə olunması bu problemi daha da mürəkkəbləşdirmişdir. Nəzəri hesablamalar göstərir ki, bu amilin təsirindən stratosferdə su buxarlarının miqdarı kütləyə görə 0,2 milyon⁻¹ qədər arta bilər. Aşağıdakı cədv. 2.6-da bu təyyarələrin təsirindən atmosferə buraxılan zərərli maddələrin miqdarı göstərilmişdir.

Göstərilən tip təyyarələrdən geniş miqyasda istifadə aşağıdakı mənfi nəticələrə gətirə bilər:

1. Su buxarları infraqırmızı diapazonda (xüsusən 14 mikrometrdən böyük) güclü udulma yaradıldığından istixana effekti yüksəlir.

2. Su buxarlarının kondensasiyası nəticəsində stratosferada buludluluq şəraiti dəyişir.

3. Stratosferada ozonun konsentrasiyasını aşağı salır. Stratosferada səsdən iti uçan nəqliyyat təyyarələrinin buraxdığı qarışıqların konsentrasiyası.

Cədvəl 2.6

Qarışıqlar	Stratosferada orta konsentrasiya	Şimal yarımkürəsində fərz olunan maksimum konsentrasiya	Təyyarələrin üçü hündürlüyündə konsentrasiyası
Qazlar			
H_2O	0,2 (0,3)	2 (3)	
CO	6,8 (7,3)	6,8 (7,3)	
NO	6,8 (7,3)	6,8 (7,3)	
CO_2	0,16 (0,2)	1,6 (2)	
Aerozollar			
SO_4	0,24	2,4	1,2
Karbohidrogenlər + qurum	0,16	1,6	
Bütün aerozollar	0,34	3,4	1,2

Qeydlər:

1. Su buxarlarının (H_2O) konsentrasiyası milyon⁻¹-la qalan qarışıqların konsentrasiyası isə milyard⁻¹ tərtibdə ölçülüb.

2. Mötərizələr hərbi təyyarələrinin uçuşları nəzərə alınması şərti ilə verilmişdir.

2.5.4. Regional miqyasda iqlimə təsir

Regional miqyasda iqlim dəyişmələrinin (buna bəzən mezoiklim də deyilir) əsas səbəblərindən birinin atmosferin çirklənməsinin olması artıq heç kimdə şübhə doğurmur.

Çoxsaylı tədqiqat nəticələri göstərir ki, böyük şəhərlərin regional iqlimi böyük dəyişikliyə məruz qalmışdır. Bu iqlim artıq hətta şəhər ətrafı ilə müqayisədə kəskin fərqlənir (cədv. 2.7).

Atmosferin çirklənməsindən asılı olaraq şəhərlərdə mezoiklimin dəyişməsi

Cədvəl 2.7

Meteoroloji amillər	Şəhərlərdə - ətraf kəndlərdə müqayisədə
Atmosferin dumanlığı	
Kəşafətin təkrar olunması	
Qışda	100%-dən çox
Yayda	30%-dən çox
Buludların sayı	5-10%-dən çox
Qarışıqların adi səviyyədən fərqi	10-15 dəfə çox
Ultrabənövşəyi radiasiya	
Orta hesabla	10% az
Yayda	50% az
Yağıntıların miqdarı	8-12% çox
Orta illik temperatur	0,5 – 1°C yuxarı
Qatın orta temperaturu	1-2°C yuxarı
Küləyin illik orta sürəti	20-25% az
Güclü küləklərin sürəti	10-15% az

Əsas fərqləndirici parametrlər insolyasiyadır. Sənaye şəhərlərində yerüstü atmosfer yüksək dərəcədə çirklənməyə məruz qaldığı üçün ilin bütün fəsilələrində bu proses zəif gedir. Bir sıra hallarda isə xüsusən qışda kəşafət adlanan zəhərli duman yaranır ki, bu da 20-ci əsrin ortalarından başlayaraq iri sənaye şəhərləri üçün bədbəxtlik gətirir. Məsələn, 1952-ci ilin dekabrında Londonda yaranmış kəşafətin tərkibində kükürd anhidridi, azot oksidləri və xlorlu karbohidrogenlərin konsentrasiyası adi səviyyədən 5-6 dəfə yuxarı olmuşdur. Nəticədə bir çox insanlar bu və ya digər dərəcədə

zəhərlənməyə məruz qalmış, xroniki-bronxitli xəstələr isə dünyalarını dəyişmişdir (bax, atmosferdə kəşafət).

Cəd. 2.2-nin analizi göstərir ki, böyük şəhərlərdə, əsasən, duman insolyasiyasının azalmasının əsas səbəbidir. Kəşafətin yaranması birinci növbədə temperatur inversiyası ilə əlaqədardır. Bu meteohadisə troposferdə temperatur qradientinin dəyişilməsi ilə xarakterizə olunur.

Məlumdur ki, adi şəraitdə yuxarı qalxdıqca temperatur aşağı düşür və ən isti təbəqə yer ilə bilavasitə kontaktda olan sahə olur. Lakin, bir sıra hallarda soyuq hava yer səthinin kontaktda olan sahə olur. Bunun nəticəsində temperatur bilavasitə yer səthinin yaxınlığında, adətən 200-300 metr hündürlüyə kimi artır. Hündürlüyün bu səviyyəsinə incersiyanın yuxarı sərhəddi deyilir. İnversiya sərhədlərindən yuxarı temperatur normallaşır.

Temperatur inversiyası baş verdiyi hallarda atmosferi müxtəlif səbəblərdən, çirkləndirən qazlar, normal şəraitdə olduğu kimi atmosferdə səpələnirlər, yəni hərərəti yüksək olan qazlar bilavasitə torpağın səthi yaxınlığında qalır. Bundan əlavə inversiya zamanı havanın temperaturu o qədər aşağı ola bilər ki, nəticədə duman yaranır.

Belə hallarda yaranmış kəşafət daha təhlükəli hesab olunur. Çünki bu zaman havanın tərkibində zərərli hissəciklərin daha təhlükəli maddələrin yaranması üçün şərait yaranır.

Nəhayət, qeyd etmək lazımdır ki, kəşafətin özü temperatur inversiyasının yaranmasına imkan yaradır. Aerozollarla zəngin olan hava, gün ərzində Günəş şüaları ilə qızmasına mane olur.

Ancaq külək kəşafəti dağda bilər. Buna görə də şəhərlərin hava hövzəsinin çirklənmə dərəcəsi küləyin orta sürətindən çox asılıdır. Lakin qeyd olunmalıdır ki, külək digər çirklənmələrindən çirklənmə qazları şəhərin hava hövzəsinə gətirə bilər. Nəmliyin qiyməti böyük olduqda kəşafət daha təhlükəli olur. Belə ki, kükürlü qazlar havadakı su hissəcikləri ilə birləşərək sulfat turşusu əmələ gətirir.

Temperatur inversiyası olmadığı hallarda, zəif küləkdə şəhərlərin üzərində qarışıqlar bulud yaradır. Çox vaxt bulud sarı-çəhrayı rəngində olur ki, bu da onun azot oksidi mənşəli olduğunu göstərir.

Belə buludların olması şəhər zonasında "temperatur adalarının" yaranmasına səbəb olur. Müəyyən olunmuşdur ki, ətraf ərazilərə nisbətən şəhərdə temperatur daha yüksək olur. İstilik zonaları yaranmasının bir çox səbəbləri var. Bunlardan ən əsasları süni mənşəli istilik mənbələrində onun qeyri-düzgün paylanması və şəhər tikililərinin radiasiya xarakteristikalarıdır. Şəhər binaları adətən çoxmərtəbəli olduqlarından Günəş radiasiyasının yer səthinə doğru əks etdikləri halda, kənd yerlərində əkin sahələri və bağlar radiasiyanı atmosfərə şüalandırırlar. Bunlardan əlavə şəhər tikintisində istifadə olunan tikinti materialları (daş, beton, kərpic) bitki örtüyündən fərqli olaraq enerjini özlərində toplayırlar.

Şəhərin göstərilən xüsusiyyətlərinin məcmusu ona gətirib çıxarır ki, zəif küləkli havada şəhərlər üzərində isti hava günbəzi yaranır və bu günbəzin içərisində konvektiv axınlar əmələ gəlir.

Zamandan asılı olaraq günbəzlərin hündürlüyü artır. Güman edilir ki, şəhərin üzərində temperatur günbəzinin olması nəticəsində şəhər zonasında yağıntıların miqdarı şəhəratrafı zonalara nisbətən çox olur. Belə yağıntıların səbəbi odur ki, müəyyən hündürlükdə soyumaya məruz qalan çirklənmiş qazlar doyma həddinə çatır və kondensasiya nəticəsində mövsümdən asılı olaraq yağışa yaxud qara çevrilir.

Böyük sənaye şəhərlərində insolyasiyanın aşağı düşməsinin iki səbəbi var: birincisi çirklənmə nəticəsində yaranan duman, ikincisi havanın tutqunlaşmasıdır. Bir sıra tədqiqatçıların aldığı nəticələr göstərir ki, Qərbi Avropanın sənaye şəhərlərində qış mövsümündə Günəş radiasiyasının 50%-ə qədəri itir.

2.5.5. Atmosferin çirklənməsi və biogeokimyəvi dövrə təsiri

Hal-hazırda heç kim atmosferin çirklənməsi nəticəsində onun biogeokimyəvi dövrünün qaz fazasının pozulma amilini inkar etmir.

Cədv.2.8-də müxtəlif texniki mənbələr vasitəsi ilə atmosfərə buraxılan qarışıqların miqdarı göstərilmişdir.

İl ərzində atmosfərə buraxılan təbii və süni mənşəli qazların kütləsinin qarşılıqlı müqayisəsi

Cədvəl 2.8

Maddələr	Təbii mənşəli, t	Süni mənşəli, t
O_2	$1,8 \cdot 10^3$	Cüzi miqdarda
CO_2	$7,2 \cdot 10^4$	$1,4 \cdot 10^4$
CO	> 70	$1,8 \cdot 10^2$
H_2O	$4,5 \cdot 10^8$	$9 \cdot 10^2$
Kükürdün törəmələri	130	68
Azotun törəmələri	1400	18

Cədvəldən görünür ki, müasir cəmiyyət atmosferin tərkibində olan qazların, xüsusən, karbonlu və kükürdlü birləşmələrin miqdarının artırılması yolunu tutmuşdur. Müəyyən olunmuşdur ki, biogeokimyəvi dövrün təsirindən asılı olaraq, istehsal olunan kükürdlü birləşmələrin miqdarı, bunların atmosfərə buraxılan miqdarı ilə müqayisə oluna biləcəyi dərəcədədir. Bu mülahizələr eyni ilə müqayisə oluna biləcəyi dərəcədədir. Bu mülahizələr eyni ilə karbon qazına da aiddir.

Yanacağın yandırılmasından alınan böyük miqdarda karbon qazı bu elementin təbii dövrünü ciddi surətdə pozur.

Təbii və süni şəkildə alınmış karbon qazının kəmiyyətə müqayisəsi göstərir ki, onların nisbətləri arasında münasibət kəskin surətdə pozulur (cədv. 2.9).

Cədvəldən görünür ki, suni surətdə atmosfərə buraxılmış karbon qazının miqdarı təbiətdə fotosintez, tənəffüs və çürümə zamanı alınan karbon qazının miqdarı ilə müqayisədə çox az fərqlənir. O, təbii amillər ki, atmosferdə karbon qazının sabit qalmasını təmin edirdi, onlar artıq bu funksiyanın öhdəsindən gələ bilmirlər. Ona görə də bu qazların miqdarı atmosferdə durmadan artır.

Karbon qazının biosferada sirkulyasiyası

Cədvəl 2.9

Atmosfer kütləsindən	Miqdarı	Atmosferdə miqdarı/Yeni yaranma sürətinin nisbəti
Fotosintez	$1,1 \cdot 10^{11}$ t/il	~ 26 il
Tənəffüs + çürümə	$7,2 \cdot 10^{10}$ t/il	
Yanma	$1,5 \cdot 10^{10}$ t/il	185 il
Daşlaşma prosesi	10^7 t/il	$2,8 \cdot 10^5$ il ?

Hal-hazırda dünyada yandırılan yanacaqların ümumi miqdarı (10 milyard tondan çoxdur) atmosfərə buraxılan karbon qazının analitik hesablama yolu ilə və təcrübi ölçmə nəticələrindən alınmış qiymətlər arasında kəskin fərqlər qeydə alınmışdır. Hər ton yanacaq yandırılarkən ayrılan karbon qazının miqdarı əsas götürüldüyü təqdirdə CO_2 -nin atmosferdə illik artımı $0,7$ milyon⁻¹-dən artıq deyil. Buradan belə nəticəyə gəlmək olar ki, elə bir təbii amil mövcuddur ki, atmosfərə buraxılan karbon qazının miqdarını 75% aşağı salır. Artıq karbon qazının havadan ayrılmasının müxtəlif üsulları ola bilər.

Yada salmaq ki, karbonun dövrünü bir sıra antaqonist proseslərin məcmusudur. Məsələn, tənəffüs, çürümə və vulkanik fəaliyyət karbon qazının atmosfərə buraxılması ilə müşahidə edildiyi halda, fotosintez, okeanlarda çökmə və həllolma hallarında karbon qazı udulur.

Burada maraqlı bir sual ortaya çıxır. Yanma prosesi zamanı atmosfərə buraxılan, lakin oraya çatmayan karbon qazı ilə nə baş verir?

Okeanlar sənaye mənşəli karbon qazının udulmasında əsas rol oynayırlar. Lakin canlı materiya da bu prosədə tənzimləşdirici rolunu oynayır. O, çalışır ki, artıq karbon qazı atmosferdə azalsın, çünki fotosintezin intensivliyi CO_2 -nin havadakı miqdarından asılı olaraq yüksəlir.

Karbonun okeandakı dövrünü, onun atmosferdə və quru ekosistemlərdəki dövründən təcrübi olaraq asılı deyil. Doğrudan da biosferada olan CO_2 -nin çox hissəsi həll olmuş şəkildə hidrosferada toplanmışdır ($7 \cdot 10^{11}$ atmosferdə, $4 \cdot 10^{12}$ hidrosferada). Göründüyü kimi hidrosferada CO_2 -nin miqdarı atmosfərə nisbətən təqribən 6 dəfə çoxdur. Okeanlarda olan fitoplanktonlar suda olan karbon qazını udaraq onun oksigenə çevirir və o da suda həll olur.

Lakin bu o demək deyildir ki, okeanlarda olan karbon qazı ilə atmosferdəki karbon qazı arasında heç bir asılılıq yoxdur. Okeanla atmosferin sərhədləri arasında daimi qaz mübadiləsi gedir.

Bolinin apardığı təqribi hesablamalar əsasında müəyyən olunub ki, 1967-ci ildə sənaye mənşəli $5,08 \cdot 10^9$ ton karbon qazı atmosfərə buraxılıb. Bu kütlənin 60% okeanlarda həll olunub. $1,5 \cdot 10^9$ ton kütlə atmosferdə qalıb ki, bunun da təsirindən CO_2 -nin miqdarı 0,7 milyon⁻¹ qədər artıb. Yerdə qalan CO_2 -nin 10%-i biokütlənin tərkibinə daxil olub.

Biosenozda toplanan üzvi maddələrin miqdarı havada CO_2 -nin konsentrasiyası artdıqda yüksəlir. Məlumdur ki, məhdudlaşdırıcı amillər olmadıqda CO_2 -nin 10% artımı fotosintezin intensivliyini artırır və nəticədə ilkin məhsuldarlıq 5-8% artmış olur. Bolinə görə axırıncı yüz ildə planetin bitki biokütləsi $1,5 \cdot 10^{10}$ ton artmışdır. Beləliklə, insan kömür və

nefti yandırmaqla özü də bilmədən çöl və meşələrin məhsuldarlığını artırmışdır.

Karbon dövrünün kəmiyyətə qiymətləndirilməsində müəyyən qeyri dəqiqliklər olsa da, aparılmış tədqiqatlar belə bir nəticəyə gəlməyə əsas verir ki, biosferada üzvi birləşmələrin tərkibində olan karbonun miqdarı atmosfer rezervuarına yerləşə bilən miqdarından çoxdur (cədv. 2.10).

Biosferada üzvi karbonun miqdarı və onun artımı (10^9 t)
Cədvəl 2.10

Mənbə	Üzvi karbonun miqdarı	İlkin illik məhsul
Quru biomları	-	-
Meşələr	1012	36
Çöllər və tundra	314	9
Səhralar	59	3
Rütubətli zonalar	32	2
Aqroekosistemlər	165	6
Quru üzrə cəmi	1582	56
Okean		
Yanacağın istifadəsindən biokütlənin artımı		4
Atmosfer karbon qazında karbonun miqdarı	683	

2.5.6. Oksigen, azot və kükürd dövrünün pozulması

İnsan fəaliyyəti nəticəsində hələ ki, nəzərə çarpan dərəcədə oksigenin dövründə dəyişikliklər qeydə alınmayıb. Hal-hazırda təbiətdə fotosintez nəticəsində alınan oksigenin miqdarı ilə, tənəffüs zamanı udulan oksigenin miqdarı arasında dayanıqlı tarazlıq mövcuddur.

Atmosferdə olan oksigenin illik artımı, ümumi oksigenin 1/15000000 hissəsini təşkil edir. Oksigenin artığı müxtəlif

geokimyəvi proseslərdə karbon, dəmir və kükürdün oksidləşməsinə sərf olunur.

Bu yaxınlarda yanacağın yandırılmasının artmasından asılı olaraq oksigenin azalması barədə müəyyən fərziyyələr irəli sürülürdü. Broker göstərdi ki, 1850-1970-ci illər ərzində sənaye mənşəli karbon qazının artımı onun atmosferdəki ümumi miqdarının 18%-ni təşkil etmişdir ki, buna da atmosferdə olan oksigenin 7/10000 hissəsi sərf olunmuşdur. Onun hesablamalarına görə litosferdə olan oksigenin miqdarı 20,95-dən 20,8-ə kimi azalar.

Yeri gəlmişkən, aşağıdakı sual böyük maraq doğurur. Müasir sivilizasiyanın dənizə buraxdığı tullantılar dəniz suyunda oksigenin miqdarına necə təsir göstərir? Dəniz suyunda 1 m^2 sahədə vertikal istiqamətdə 250 mol oksigen həll olmuşdur. Broker hesablayıb ki, əgər bəşəriyyət bütün istehsal etdiyi kütlənin hamısını dənizə buraxarsa, təqribən 50 ildən sonra sudakı bütün oksigen məhv ola bilər. Həmin müəllif göstərmişdir ki, əhalinin hər biri il ərzində okeana 100 kq tullantı atarsa, 25000 ildən sonra okeanlarda oksigen ehtiyatı tükənə bilər.

İnsanın azotun dövriyyəsinə təsiri çox mürəkkəb xarakter daşıyır. Azotun dövrənində atmosfer çirklənmələri həlledici rol oynamasa da, bu amil bir sıra proseslərə təsir göstərir ki, bu da bu və ya digər dərəcədə azotun dövrənini səciyyələndirir.

Müəyyən olunmuşdur ki, orta hesabla hər bir avtomobil ətraf mühitə 60 kq azot oksidi buraxır. Azərbaycanda 900 mindən çox işlədilən avtomobil vardır. Deməli, bunlar atmosfərə $5 \cdot 10^4$ tondan çox azot oksidi buraxırlar.

Müəyyən olunmuşdur ki, sərf olunan benzinin miqdarı ilə yağış suyunda minerallaşmış azotun miqdarı arasında korrelyasiya mövcuddur.

Lakin gübrə sənayesində atmosfer azotundan istifadə olunması azotun dövrəninə təsir göstərən amil hesab olunur.

Kükürd öz-özlüyündə litosferada çox az təsadüf olunan elementdir. Analizlər göstərir ki, qaya süxurlarında bu elementin miqdarı çox azdır. Əgər onun miqdarı mövcud qiymətdən üç dəfə artıq olarsa, fərz etmək olar ki, onlar çaylara torpağın eroziyası nəticəsində düşür. Həqiqətdə isə kontinental sularda olan kükürdün 3/4 atmosferdən daxil olur. Atmosferdə isə bunun səbəbi kükürdün uçucu birləşmələrin (kükürd hidrooksidi) və kükürd qazı) oksidləşməsu nəticəsində yaranan aerozollardır.

Fərz olunur ki, torpağın eroziyası nəticəsində çaylara $14 \cdot 10^6$ sulfatlar şəklində kükürd töküldüyü halda, yağıntılar nəticəsində onun miqdarı $48 \cdot 10^6$ t miqdarında olur. Buna əlavə olaraq insan özü torpağa ildə mineral gübrə kimi $11 \cdot 10^6$ ton kükürd daxil edir.

Nəhayət kükürdün mənbələrindən biri də yanacaqdan istifadə olunmasıdır. Hesablanmışdır ki, yanacağın hesabına hər il atmosfərə kükürd qazı şəklində $70 \cdot 10^6$ ton kükürd buraxılır. Bu qazın çox hissəsi troposferdə və stratosferdə sulfata, az bir hissəsi isə sulfid turşusuna çevrilir. Həm birinci, həm də ikinci halda kükürd, yağıntılar vasitəsilə yer səthinə qaydır. Bu yağıntılar artıq “turşulu yağışlar” kimi bir çox ölkələrin leksikonuna daxil edilib.

Deyilənlərdən belə nəticə çıxarmaq olar ki, insanın kükürdün biogeokimyəvi dövrəninə təsiri ildən ilə artaraq böyük həyəcan doğurur. Artıq inkişaf etmiş cəmiyyət yanacaqdan istifadə olunma texnikasına yenidən baxmalı və kükürdün ayrılmasının təhlükəsiz üsullarını işlənilib hazırlanmalıdır.

III FƏSİL. TORPAĞIN ÇİRLƏNMƏSİ

3.1. Çirklənmə xüsusiyyətləri

Şəhərlərdə havanın çirklənməsi kənd yerlərində olduğundan qat-qat çox olduğu halda, torpağın çirklənməsindən ən çox zərər çəkən kənd təsərrüfatı rayonlarıdır. Bir tərəfdən torpağın çirklənməsi, digər tərəfdən isə müxtəlif obyektiv və subyektiv səbəblər üzündən orta hesabla hər bir nəfərə düşən torpaq sahəsi get-gedə azaldığından, insanların kənd təsərrüfatı məhsullarına olan tələbatının ödənilməsində artıq dünyada ciddi problemlər yaranmışdır. Tələbatın bu və ya digər dərəcədə ödəməyin yeganə yolu kənd təsərrüfatı istehsalının intensivləşdirilməsidir. Bu isə öz növbəsində agroekosistemlərə enerji balansının və maddələr mübadiləsinin daha intensiv surətdə pozulmasına şərait yaradır.

Şübhəsiz ki, kimyəvi gübrələr torpağın məhsuldarlığını artırır. Lakin, onun dozasının normadan artıq olması, gübrənin tərkibində olan maddə və qarışıqların torpağın çirklənməsinə səbəb olur. Digər tərəfdən normadan artıq olan fosfatlar, nitratlar torpaqdan yuyularaq hidrosferanın müxtəlif komponentlərinin çirklənməsinə şərait yaradır. Nəhayət, kənd təsərrüfatı zərərvericilərinə qarşı tətbiq olunan mineral və üzvi pestisidlər daha kəskin şəkildə torpağı çirkləndirir.

Digər tərəfdən qeyd olunmalıdır ki, atmosferdən torpaq səthinə ağır metallar (qurğuşun, cıvə, kadmium, molibden, sink və s.) çökür. Bu metallardan çoxu torpağa yağıntılar vasitəsilə çökür.

Beləliklə, torpaq biosferin vasitəçi rolunu oynayır. Ona görə də hidrosferanın çirklənməsinə baxmazdan qabaq torpağın çirklənməsinin öyrənilməsi məqsədəuyğundur. Torpaq ümumiyyətlə, mühitlər arasındakı proseslər mübadiləsində əsas rol oynayır.

3.2. Gübrə problemləri

Ümumiyyətlə, gübrələr torpağa kənd təsərrüfatı bitkilərinin məhsuldarlığını artırmaq məqsədilə verilir. Hər il biz məhsulla birlikdə torpaqdakı müəyyən miqdarda bitkilərin normal inkişafı üçün tələb olunan qida elementlərini – azot, fosfor, kalium, nisbətən az miqdarda isə kükürd, kalsium və s. yer təkindən çıxarıyıq. Deməli, çıxarılan və torpaqda və ya digər səbəbdən azalan bu elementlərin yerini doldurmaq üçün torpağa fosfatlar, nitratlar, kalium duzları və s. verilməlidir.

Hal-hazırda dünya miqyasında bu maddələrdən çox böyük miqdarda istifadə olunur. Hesablamalar göstərir ki, təkcə 1945-65-ci illər arasındakı gübrədən istifadənin ümumi həcmi 6 dəfədən çox artmışdır.

İqtisadi nöqteyi-nəzərdən istehsal olunmuş gübrələrdən əsasən təmizlənmiş şəkildə istifadə olunur. Buna görə də torpağa faydalı gübrə ilə birlikdə bəzi zərərli metal birləşmələri düşür. Məsələn, fosfor gübrəsi kimi istifadə olunan superfosfatın tərkibində çoxlu miqdarda çirkləndirici maddələr vardır (cədv. 3.1).

Superfosfatın əsas qarışıqları

Cədvəl 3.1

Qarışıqlar	Miqdarı, milyon ⁻¹	Qarışıqlar	Miqdarı, milyon ⁻¹
Sink	50-1430	Nikel	7-32
Xlor	30-243	Mis	4-79
Kadmium	50-170	Kobalt	1,0-9
Vanadium	20-180	Selen	0-4,5
Qurğuşun	7-92	Arsen	1,2-2,2

Bu maddələrin ən təhlükəli cəhət ondan ibarətdir ki, uzun müddət ərzində torpaqda qala bilirlər. Məsələn, hesablamalar əsasında müəyyən edilmişdir ki, arsen torpağın üst qatında bir

neçə onilliklər müddətində qala bilər. Arsen kimi qurğuşun da hərəkətsiz maddə olduğundan o uzun müddət torpağın üst qatında (10-12 sm) qala bilər. Digər tərəfdən göstərilən maddələrin bir hissəsi su vasitəsilə yuyularaq hidrosferanı çirkləndirir. Nəhayət, göstərmək lazımdır ki, normadan artıq istifadə olunaraq gübrələr torpaq və suyu çirkləndirməklə yanaşı, qida məhsullarının da keyfiyyətini pisləşdirir. Məsələn, bostan məhsulları yetişdiriləndə azotdan çox istifadə olunması bitkilərin tərkibində azot-nitratın artmasına səbəb olur. İspanaq bitkisi özündə nitratları toplamaq xüsusiyyətinə malik olduğundan, torpaqda bu maddə çox olduqca, o özündə daha çox nitrat toplayır. Müəyyən olunmuşdur ki, ABŞ-da yetişən ispanağın tərkibində 1,37q/kq nitrat olduğu halda Qərbi Avropada bu qiymət 3,5q/kq təşkil edir. Bitkilərin nitratı özündə toplamasının bir təhlükəli cəhəti də ondan ibarətdir ki, bu bitkilər konservləşdiriləndə nitratlar çox zəhərli nitratlara çevrilir.

Kimyəvi gübrələrin normadan artıq istifadə olunması insan sağlamlığına göstərdiyi zərərle yanaşı aqroekosistemlərin stabilliyini pozur və torpağın fiziki strukturunu dəyişir.

Kommoner (1972) təkzib olunmuş faktlarla sübut etmişdir ki, torpağa həddən artıq nitrat verdikdə onlar bitkilər tərəfindən mənimsənilmir. Tədqiqatçı göstərir ki, ümumiyyətlə torpağa verilən azot gübrəsinin yaxşı halda 20%, orta hesabla isə 50% bitkilər tərəfindən mənimsənilir.

Kənd təsərrüfatı məhsulları istehsalçıları iqtisadi göstəriciləri əsas götürərək torpağa çoxlu kimyəvi gübrə verərək, torpaqda humusun miqdarının aşağı düşməsinə şərait yaradırlar. Humus isə məlum olduğu kimi torpağın məhsuldarlığının əsasını təşkil edir.

Sənayecə inkişaf etmiş ölkələrin müasir aqrotexniki təcrübəsi ilə səthi tanışlıq göstərir ki, aktiv üzvi maddə olan humus bizim günlərdə sistematik olaraq aqroekosistemlərdən xaric edilir və dağıdılır, onlar qıcqırma qabiliyyətinə malik

olduğundan torpağa qaytarılmır. İri şəhərlərin hər bir sakini orta hesabla gün ərzində 1 kq-dan çox belə tullantı yaradır. Hal-hazırda çıxış yolu kimi həmin tullantılar yandırılır. Nəticədə, həm torpaq, həm də atmosfer çirklənməyə məruz qalır.

Gübrələrin tətbiqi nəticəsində azotun təbii dövrəni pozulmuş olur (cədv. 3.2).

Delviqin hesablamalarına əsasən, azotun bütün bioloji və geokimyəvi mənbələri il ərzində biosferaya 92 milyon ton azot (əsasən nitrat formasında) buraxır. Sənayenin təsirindən biosferada dövrən edən azotun miqdarı təqribən 50% artmışdır. Bu çox təhlükəli amil hesab olunur. Belə ki, artıq nitritlər denitritfikasiyaya məruz qalmadıqları üçün hər il biosferada yığılan nitritlərin miqdarı 9 milyon tona çatır ki, bu kütləyə əsasən hidrosfera qələvəsinə akkumulyasiya olunduğu üçün su mühitində o özünü daha kəskin göstərir.

Biosferdə azotun dövrəni (1970)

Cədvəl 3.2

Adı	Miqdarı, 10 ⁶ t/il
Hidrosferdən azotun torpağa qaytması	-
Bioloji amillər	-
Yerüstü mikroorqanizmlər	14
Su yosunları və dənizin nitrifikasiya edici bakteriyalar	10
Azot tərkibli çöküntü sükurların qələviləşməsi	30
Sənayedə qeydə alınması	30
Atmosferdə qeydə alınması	7,6
Vulkanik fəaliyyət nəticəsi	0,2
Cəmi	~ 92
Azotun itkisi	
Denitritləşmə	
Quruda	43
Dənizdə	40
Çöküntülər	0,2
Cəmi	~ 83

Müasir sivilizasiya dövründə atmosfer, hidrosfer və torpaq arasında sirkulyasiya edən fosforun miqdarında ciddi surətdə dəyişməsi müşahidə etmişdir (cəđ. 3.3).

Fosforun biokimyəvi dövrünün əsas tərkib hissələri (1972)
Cədvəl 3.3

Tərkib hissələr	10 ⁴
Materikdən okeana illik axın	14
Okeanlarda sedimentasiya	13
Fitoplantonların təsirindən udma	1300
Okeanlarda həll olmuş fosfor	120000
Kimyəvi gübrə verilmiş torpaqlardan yuyulma	10,2
Materikə qayıtma miqdarı	0,3

Müəyyən olunmuşdur ki, kimyəvi gübrə kimi istifadə olunan fosforun çox hissəsi torpaqda qalır. Ona görə də torpaqda kalsiumun, dəmirin və alüminiumun miqdarı artır. Çünki göstərilən elementlər fosforun kimyəvi rəbitəçisidir.

3.3. Pestisidlər və onların torpaq ekosistemə təsiri

Pestisidlər əsasən torpağa və bitkilərə zərərli həşaratlara və zərərvericilərə qarşı mübarizə məqsədi üçün verilir. Ətraf mühitin çirklənməsinə təsir göstərən əsas amillərdən biri pestisidlər hesab olunur. Ətraf mühiti çirkləndirən digər maddələrdən fərqli olaraq, bunlar ziyanvericilərə qarşı mübarizə məqsədi ilə şüurlu surətdə tətbiq olunur.

Kənd təsərrüfatı məhsul növlərinin fərdi xüsusiyyətindən asılı olaraq müxtəlif pestisidlərin tətbiq olunduğu ərazilərin ümumi sahəsi geniş şəkildə milyon hektarlarla ölçülür.

Pestisidlərdən demək olar ki, hər yerdə istifadə olunmasına ikinci dünya müharibəsindən sonra başlanıb. 1939-cu ildə Qərbi Avropada iki güclü təsirə malik pestisid alındı. Bunlar DDT və QXSQ (qeksaxlorsikloqeksan) maddələri idilər.

DDT-nin geniş surətdə tətbiqi ABŞ tərəfindən "Qeydci" firmasından patentin alınmasından sonra başlanıb.

Qeyd etmək lazımdır ki, DDT kəşf olunandan (1939-cu il) sonra bir sıra yoluxucu xəstəliklərə qarşı mübarizədə müvəffəqiyyətlə tətbiq olundu. Məsələn, 1944-cü ildə bu preparatın tətbiqi ilə Neapolda tiflə xəstələnmiş 1400 nəfəri ölümdən xilas etmək mümkün olmuşdur, digər tərəfdən isə bitlə mübarizədə geniş istifadə olunmuşdur. Lakin 30 il sonra, bu preparat kəşf edilən ölkədə (İsveç) onun tətbiqi qadağan edildi.

Hal-hazırda dünyada istehsal olunan digər pestisidlərin ümumi növü 1000 keçmişdir. Bunlar 60-70 min çeşiddə müxtəlif ad altında geniş surətdə satılır və istifadə olunur.

Pestisidlər üç əsas qrupa ayrılırlar: mineral maddələr, bitki mənşəli maddələr və nəhayət sintezləşdirilmiş maddələr. Axırıncılar hal-hazırda daha geniş tətbiq olunurlar.

Sintezləşdirilmiş, yəni süni yolla alınmış maddələr əldə olunduqdan sonra bitkilərin müdafiəsində radikal addımlar atılmağa başladı və bitki məhsuldarlığına ciddi təsir göstərdi (cəđ. 3.4). Məsələn, təkcə ABŞ-da pestisidlərin, xüsusən xlorlu üzvi birləşmələrin tətbiqi kartofun məhsuldarlığının 50% yuxarı qaldırdı. Pestisidlərdən kənd təsərrüfatına böyük zərər yetirən çəyirtgəyə qarşı mübarizədə geniş surətdə istifadə olunur.

Müasir sintezləşdirilmiş pestisidlər üç əsas qrupa bölünürlər: xlor üzvi birləşmələri, fosfor üzvi birləşmələri və karbonatlar. Bunların hamısı zəhərli maddələrdir və həşaratların tez bir müddətdə məhv edilməsinə şərait yaradır.

Hal-hazırda dünyada sintezləşdirilmiş pestisidlər digərlərinə nisbətən daha çox istehsal olunur.

Pestisidlərin istifadəsinin məhsul istehsalının artımına ciddi surətdə müsbət təsir göstərməsi ilə yanaşı son zamanlar aparılan tədqiqat nəticələri göstərir ki, onların istifadəsinin

ətraf mühitə təsiri olduqca təhlükəli bir səviyyəyə gəlib çatmışdır.

Pestisidlərin tətbiqi nəticəsində məhsuldarlığın artımı
(Rudd, 1966)

Cədvəl 3.4

Bitkilər	Ziyanvericilər	Pestisidlərdən istifadəyə qədər məhsuldarlıq	Pestisidlərdən istifadədən sonra məhsuldarlıq	Emala sərf olunan məhsuldarlıq	Təmiz gəlir, dollar
Aqra	Alaq otları	16	12,4		5
Pambiq	Qum-quma	31,4	35,4	16	126,5
Noxud	Göbələklər	2,05	2,77	0,7	21,5
Pomidor	Xəstəliklər	5,4	11,8	40	100
Çuğundur	Peqomida	11,8	14,5	2,25	32,2

Yuxarıda göstərdiyimiz kimi pestisidlər olduqca zərərli olduqlarından onların tətbiqi ciddi ekoloji nəticələr verir.

Həqiqətən də pestisidlərin hansı növə aid olmasından asılı olmayaraq onun istifadəsi bütün ekosistemlərdə ciddi dəyişikliklər yaradır.

Pestisidlərin ekosistemlərə təsirini birmənalı şəkildə qiymətləndirmək qeyri-mümkündür. Ona görə də onların təsir xüsusiyyətinin təcrübi təsnifatı aşağıdakı ardıcılıqla verilə bilər.

1. Çox hallarda pestisidlər həm bitki, həmçinin heyvanlar aləmi üçün böyük spektrə malik zəhərləmə qabiliyyətinə malikdir.

2. Pestisidlər, xüsusilə, istiqanlı onurğalılar üçün daha təhlükəlidir.

3. İnsan pestisidlərdən istifadə etməklə, məhdud sayda (bütün orqanizmlərin 5%) ziyanvericiləri məhv etməyi məqsədi qarşıya qoyduğu halda, onlar bütün canlı orqanizmlərə təsir göstərilir.

4. Pestisidlər həmin növlərin artımına qarşı istifadə olunur.

5. Pestisidlərin təsiri növlərin sıxlığından asılı deyil.

6. Bir qayda olaraq pestisidlər həmişə normadan artıq tətbiq olunur.

7. Pestisidlərlə dərmanlanan sahələr milyon hektarlarla təşkil edir.

8. Bu maddələrin bir çoxu torpaqda bir neçə aydan tutmuş bir neçə ilə kimi qala bilirlər (cədv. 3.5).

Xlorlu üzvi pestisidlərin torpaqda dayanıqlığı
(Nash, Voolsoon)

Cədvəl 3.5

Pestisidlər	Nisbi miqdarı	Pestisidlər	Nisbi miqdarı
14 ildən sonra		15 ildən sonra	
Eldrin	40	Eldrin	28
Xmerdan	40	Disidrin	31
Xendrin	41	17 ildən sonra	
Qeptaxlor	16	DDT	39
Toksofen	45		

Göstərilən amillərdən savayı pestisidlərin suları zəhərləmə hallarına artıq çox yerlərdə rast gəlinir.

Pestisidlər tətbiq olunduqları aqroekosistemlərin sərhədlərindən çox-çox uzaq məsafələrə yayıla bilirlər. Göstərmək olar ki, hətta az uçuculuğa malik olan pestisidlərin tətbiqində belə, onların 50%-dən çoxu atmosfərə uçar. Pestisidlərin bu hissəsi bitkilərə çatmayaraq, külək vasitəsi ilə qurunun başqa hissələrinə səpələnir, yaxud okean, göl və dənizlərə tökülür. Pestisidlər elə yerlərdə müşahidə edilmişlər ki, bu ərazi onların istifadə olunduğu yerdən 4000 km uzaqlıqdadır.

Bu gün bütün dünya miqyasında torpaqların pestisidlərlə, o, cümlədən xlorlu üzvi birləşmələrlə çirklənməsinə baş verən adi bir hal hadisə kimi baxılır. Çoxsaylı torpaq nümunələrinin kimyəvi analizi göstərir ki, onların tərkibində 0,12-dən 1,22 milyon⁻¹-ə qədər dieldrin və eldrin vardır.

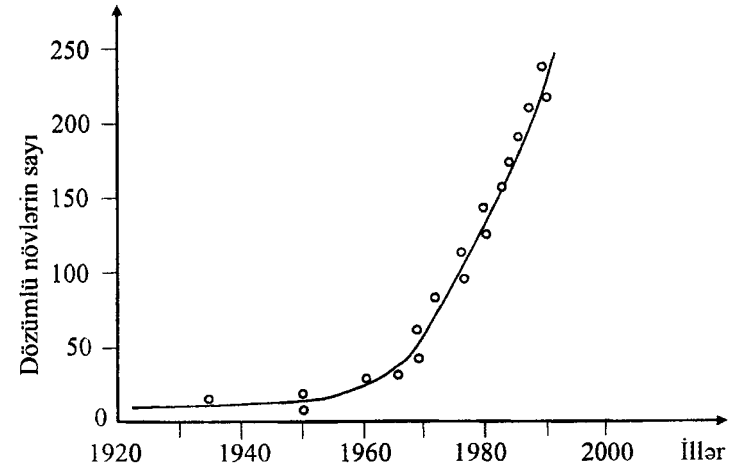
3.4. Növlərə və biosenoza pestisidlərin təsir xüsusiyyətləri

Quru sahələrin pestisidlərlə zəhərlənməsi torpaq və bitki örtüyünə ciddi təsir göstərdiyindən müxtəlif ekoloji pozuntular yaradır və ümumiyyətlə biosenozların inkişafına və yayılmasına mənfi təsir göstərir.

Adətən pestisidlərin ətraf mühitə təsirinin çoxcəhətliyi onların təsir xüsusiyyətinə lazımı seçiciliyə malik olmamasıdır. Bu amil özü-özlüyündə böyük məna kəsb edir. Doğrudan da, əgər elə bir maddə mövcud olsa idi və o ancaq bir biosenoza təsir göstərsəydi, onda ekosistemlərdə daha dərin dəyişikliklər baş verərdi. Növlər içərisində istənilən növün məhv olması biosenozlara çox ciddi təsir göstərə bilərdi.

Ekoloji nöqteyi nəzərdən pestisidlərin təsir formaları çox müxtəlifdir (şək. 3.1). Birinci demekoloji təsir forması adlanır. Bu təsir forması özünü ayrı-ayrı növlər səviyyəsində populyasiyasının pozulmasında göstərir. Belə təsirin nəticəsi baxılan növlərin tədricən məhv olmasına gətirib çıxarır. Bu prosesin intensivliyi istifadə olunan pestisidlərin miqdarı ilə düz mütənəsib olur.

Demekoloji təsirin digər növü, pestisidlərin təsirinin ləngliyi ilə xarakterizə olunur. Elə pestisidlər mövcuddur ki, onların təsiri müəyyən konsentrasiyaya qədər biosenozlarda hiss olunmur. Bu xüsusiyyətə biosenozların toplanma xüsusiyyəti deyilir. Pestisidlərin konsentrasiyası böhran həddə çatdığı xroniki *intoksikasiya* (zəhərlənmə) prosesi başlayır.



Şək.3.1. Bir və ya bir neçə növ pestisidlərin təsinə davamlı ziyanvericilərin sayının artması (Canvey, 1972)

Xroniki intoksikasiya doğulma əmsalını aşağı salır. Bu özünü qoyulan yumurtaların və doğulanların sayının azalmasında göstərir.

Demekoloji təsirlə bərabər pestisidlərin daha mürəkkəb təsir forması qeydə alınmışdır. Bu təsir formasına *biosenotik* forma deyilir.

Bu təsir formasında pestisidlərin bilavasitə hər hansı heyvan növünə ümumiyyətlə təsir göstərməsidir. Lakin buna baxmayaraq pestisidlər həmin heyvanın qidalandığı bitki növlərinə təsir göstərsə, bu həmin heyvanların qidalandığı populyasiyasının azalmasına gətirib çıxarır. Digər tərəfdən bəzi bitki növlərinin məhv olması, həmin mühitdə həyat sürən həşəratların və onurğasızların da məhv olmasına səbəb olur.

Pestisidlərin tətbiqinin digər ekoloji nəticələrindən biri bəzi növlərin sıxlıqlarının artmasıdır. Bu amil onunla izah olunur ki, pestisidlərin tətbiqi nəticəsində növün təbii rəqibləri məhv edilib.

Beləliklə, pestisidlərin kənd təsərrüfatında tətbiqi biosenozlərin strukturunu pozmaqla yanaşı, təbiətdə mövcud olan bioloji tarazlığı pozur.

Pestisidlərdən istifadənin nəticəsi özünü iki yolla biruzə verir: bilavasitə və dolaylı yollarla təsir.

Pestisidlərin flora və faunaya bilavasitə təsiri daha ciddi xarakter daşıyır. Pestisidlərdən istifadə olunması aqroekosistemin bitki örtüyünə çox böyük təsir göstərmişdir. Məsələn, dənli və digər mədəni bitkilərin əlaq otları, göstərilən bitkilərin yetişdirildiyi ərazilərlə yanaşı, həmin bitkilər olmayan digər yaxın və qonşu ərazilərdə məhv olur. Ona görə də təbii mühitdə həmin əlaq otlarının miqyası kəskin azalmışdır.

Əsasən böyük ərazilər pestisidlə emal olunarkən aşağı hündürlüklərdə uçan təyyarə və vertolyotlardan istifadə olunur. Bu isə meteoroloji şəraitdən asılı olaraq böyük miqdarda ətraf sahələrin çirklənməsinə səbəb olur. Bunun nəticəsində bilavasitə əkin sahəsi ilə heç bir əlaqəsi olmayan bitki və heyvan populyasiyasına ciddi ziyan vurulur.

Bunun ən bariz nümunələrindən biri 50-ci illərin axırlarında ABŞ-da qırmızı qarışqalara qarşı aparılan mübarizənin nəticəsidir. Göstərilən zaman müddətində Texas, Alabama və Luiziana ştatlarında 110000 km² sahə dərmanlanmışdır. Birinci il orta hesabla hər hektara 2,5 kq, ikinci il 1,4 kq diədrin səpələnmişdir. Qarşıya qoyulan məqsədə, yəni qırmızı qarışqaların məhvində tam nail olunmasa da ətraf mühitə xüsusən, kənd təsərrüfatlarına yararlı torpaqlara bitki örtüyünə və heyvanlar aləminə fəlakətli təsir göstərdi. Yerli və köçəri quşlara xüsusi zərər yetirilirdi. Torpaqdan götürülən analizlərin nəticələri göstərdi ki, həmin torpaqlarda canlı orqanizmlərin 40%-dən çoxu məhv edilmişdir.

Pestisidlərin dolaylı yollarla ekoloji mühitə təsiri özünü əsasən bir neçə müddətdən sonra biruzə verir.

Bu yolla təsir göstərən pestisidlər biokütlənin tərkibində toplanaraq tədricən ot yeyənlərə, oradan isə ət yeyənlərə

ötürülür. Bitkilərdə toplanan pestisidlərin miqyası, onun torpaqda olan konsentrasiyasından və ayrı-ayrı bitkilərin onlara göstərdiyi reaksiyadan asılı olaraq dəyişir (cədv. 3.6). Yəni, bitkilər pestisidləri udmaq və onları özlərində saxlamaq xüsusiyyətlərinə malikdirlər.

Pestisidlərlə çirklənmiş torpaqlarda yetişdirilən bitkilərdə heptaxlorun konsentrasiyası

Cədvəl 3.6

Bitkilərin növü	Torpaqda qalığı, milyon ⁻¹	Bitkilərin hissələri	Bitkilərdə konsentrasiyası, milyon ⁻¹
Yonca (medigado satira)	0,784	Yerüstü	0,028
Kök (Domens carotta)	0,19	Köklər	0,14
Kartof (Solanum tubecoseim)	0,19	Kök meyvələri	0,05
Ağ turp (Rophaus sativius)	0,19	Köklər	0,03
Araxis (Araehus hypogabo)	0,16	Köklər	0,07
Qarğıdalı (Lea maus)	1,0	Dəni	0,005
Paxla (Glucine moxuma)	1,0	Dəni	0,11

Bir sıra hallarda, məsələn, kök bitkisiində olan xlorlu üzvi maddələrin miqdarı, onun torpaqda olan konsentrasiyasından çox olur.

Axırıncı illərdə aparılan tədqiqat nəticələri göstərir ki, pestisidlərin izi demək olar ki, müayinə olunan bütün onurğalılarda qeydə alınmışdır.

Pestisidlərdən istifadənin yuxarıda göstərilən zərərli nəticələrindən savayı, onun ictimai gigiyeniya da təsiri artıq bir çox problemlər yaratmışdır. Yağ, süd və ət məhsullarının

pestisidlərlə zəhərlənməsi və bunun insan orqanizminə təsirini zəiflətmək məqsədi ilə həmin məhsullarda pestisidlərin buraxıla bilən konsentrasiyası müəyyənləşdirilmişdir. Bu konsentrasiya insan orqanizmi üçün zərərsiz olsa da, hər bir şəxs istəyir ki, onun istifadə etdiyi məhsullarda pestisidlər ümumiyyətlə olmasın.

Pestisidlərdən geniş surətdə istifadə olunmasa da bir çox ziyanvericilərdə həmin dərmanların təsirinə qarşı immunitet yaranır. Belə ziyanvericilərin növləri və sayları get-gedə artmaqda davam edir.

Deyilənlər, ziyanvericilərə qarşı pestisidlərin istifadə olunmasının effektivliyini artıq şübhə altına qoyub. Buna görə də bu sahədə çalışan mütəxəssislər (ekoloqlar, toksikoloqlar, və dietoloqlar) ziyanvericilərə qarşı elə mübarizə üsullarından istifadə olunmasını təklif edirlər ki, ziyanvericilərin doğulma əmsalı aşağı salınıb, ölüm halları əmsalı isə ancaq bioloji amillər vasitəsi ilə həyata keçirilə bilər.

Ziyanvericilərin ölüm hallarının əmsalını artırmaq üçün onların təbii düşmənlərindən istifadə edilməlidir. Təbii şəraitdə həşəratların bir çoxu, o, cümlədən gənələr yerüstü onurğasızların populyasiyasını məhdudlaşdırırlar. Hər bir növ ziyanvericilərin sayını az miqdarda (1-1,5%) azalsa da, digər biotik amillərin təsiri nəzərə alınsa, ziyanvericilərin ölüm faizi 90%-dən yuxarı olur.

Hazırda dünyanın bir çox ölkələrinin çoxsaylı laboratoriyalarında ziyanvericilərə qarşı həşəratların sənaye miqyasında yetişdirmə üsulları işlənilib hazırlanır.

Bu üsulun əsas mahiyyəti ondan ibarətdir, doğum (artım) imkanı olmayan sterilizə olunmuş ziyanverici onların mövcud populyasiyasına daxil edilir.

Ziyanvericiləri sterilizə etmək üçün adətən ionlaşdırıcı radiasiyadan istifadə olunur ki, bu da bir sıra çətinliklərlə əlaqədar olur. Çətinlik isə əsasən iqtisadi xarakter daşıyır. Ona görə də son zamanlar kimyəvi sterilizə etmək yolları üzərində

işlər aparılır. Kimyəvi üsulla müəyyən olunmuş dərman – qidaların tərkibində ziyanvericilərə daxil edilərək, onların artma funksiyasını saxlayır.

3.5. Azərbaycanda pestisid və gübrələrdən istifadə və onun nəticələri

Kənd təsərrüfatında mineral gübrələrin və pestisidlərin istifadə miqdarına görə Azərbaycan Respublikası keçmiş SSRİ-də birinci yer tuturdu. Belə ki, respublikada orta hesabla hər hektara 13 kq-dan artıq mineral gübrə və pestisid düşürdü. Bunlardan dayanıqlı xlorlu üzvi pestisidlər (XÜP), o cümlədən DDT (dixlordifeniltrişloretan) xüsusi yer tuturdu. Göstərilən maddələrin dozası ümumi istifadə miqyasında tətbiq olunan miqdarı ilə müqayisə etdikdə 16 dəfədən çox alınırdı.

Tədqiqatlar zamanı müəyyən olunmuşdur ki, pambıq sahələrində XÜP-in miqdarı 1,27 mq/kq, dənli bitkilər sahəsindən 1,15 mq/kq, üzümliklərdə 0,89 mq/kq və hətta bostan sahələrində bu qiymət 0,59 mq/kq təşkil etmişdir.

Göstərilən maddələrin torpaq profili üzrə paylanması da müxtəlif olmuşdur. Fon torpaqlarında çirklənmə dərinliyi 20 sm təşkil etdiyi halda, kənd təsərrüfatlarında 50 sm-dən çox olur.

Muğan-Salyan ərazisində aparılan tədqiqat nəticələri göstərir ki, rayonlarda kənd təsərrüfatı istehsal sahələrinin təmərküzləşməsindən asılı olaraq çirklənmə xüsusiyyəti və dərəcəsi müxtəlif rayonlar üçün müxtəlif qiymətlər alır (cədv. 3.7).

Muğan-Salyan massivində inzibati rayonlar üzrə 1984-85-ci illərdə pestisidlərin paylanması (Şükürov T.K., 1986)

Cədvəl 3.7

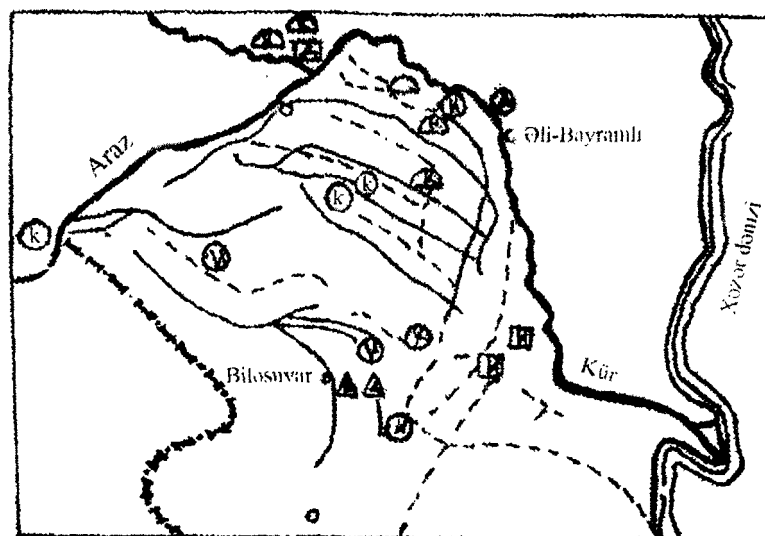
Rayonlar	Pestisidlərin miqdarı, mq/kg	
	DDT	XÜP (ümumi)
İmişli	1,516	1,563
Biləsuvar	1,173	1,207
Sabirabad	0,987	1,025
Salyan	0,963	0,994
Saatlı	0,004	0,037
Neftçala	0,259	0,274
Muğan-Salyan massivi üzrə orta qiymət	0,905	0,940

Torpağa verilən gübrələrin təsirindən suvarma sularının tərkibində də XÜP müşahidə olunmuşdur. Bu ərazilərdə olan quyu sularında həmin maddənin miqdarı orta hesabla 0,374 mkq/litr olduğu halda axıntı sularında isə onların konsentrasiyası 0,581 mkq/litr olmuşdur.

Bu qiymət mövsümdən asılı olaraq dəyişir. Məsələn, fevralda bu qiymət 0,478 mkq/litr olduğu halda iyulda (suvarmanın intensiv vaxtında) 0,769 mkq/litr olmuşdur. Quyu sularında XÜP-in qeydə alınması olduqca təhlükəli bir göstərici hesab olunmalıdır (şək. 3.2).

Tədqiqatlar zamanı sübut olunmuşdur ki, torpaqda olan pestisidlərin miqdarı ilə ümumi karbon arasında müsbət korrelyasiya asılılığı mövcuddur ($R = 0,71 - 0,78$).

Torpaqda pestisidlərin parçalanma dövrü də torpaq ekologiyasına təsir göstərən amillərdən biri hesab olunur. Müəyyən dövr ərzində statistik informasiyaların araşdırılması və sistemləşdirilməsi nəticəsində DDT və ümumiyyətlə XÜP-lərin parçalanma sürətlərinin və periodların Muğan-Salyan massivinin bir sıra rayonları üçün qiymətləri müəyyən edilmişdir (cədv. 3.8).



Şək. 3.2. Muğan-Salyan massivindəki sularda və Araz, Kür çaylarında XÜP-in praktiki miqdarı (Şükürov, 1986)

- ~ - kanallar
- - kollektorlar
- s - su kəmərinin suyu
- k - quyu suyu
- R - çay suyu
- Suda XÜP-in miqdarı (mkq/litr)
- - qeydə alınmayıb
- - 0,75 - 1,0 q; ○ - 0,6 - 0,75 q; △ - 0,35 - 0,6 q; ◇ - 0,1 - 0,3 q.

Qeyd: K-XÜR-in parçalanma sürətinin sabiti; $t_{50}, t_{95}, t_{99}, t_{b.b.h.}$ (buraxıla bilən həddin) səviyyəsində 55, 95 və 99% yaxınlaşma üçün tələb olunan zaman müddətidir.

DDT və ümumiyyətlə XÜP-lərin torpaqda parçalanma sürəti və dövrləri (Şükürov T.K., 1986)

Cədvəl 3.8

Rayonlar	K il ⁻¹	t_{50}	t_{95}	t_{99}	$t_{b.b.h.}$
		İllər			
Biləsuvar	0,32	4,2	9,3	14,4	12,8
Sabirabad	0,13	5,21	22,5	34,6	22,5
Salyan	0,13	5,5	23,9	36,8	25,1
İmişli	0,0	21,4	92,4	142,0	90,8

3.6. Antropogen təsirlərə məruz qalmış torpaq örtüyünün öyrənilmə xüsusiyyətləri

Sivilizasiyanın inkişafı insanın ətraf mühitə bu və ya digər dərəcədə təsirini doğurur. Bu təsir gündən-günə özünü daha da büruzə verir, miqyas etibarı ilə böyüyür və mütəxəssislərin diqqətini daha çox cəlb edir.

Hal-hazırda müxtəlif intensivlikli antropogen təsirlər təbii ekosistemləri pozaraq və bir çox təbii torpaqəmələgəlmə proseslərinin xarakterlərini, istiqamətini, münasibətini dəyişərək ənənəvi mənimsənilən ərazilərin sərhədlərindən kənara yayılmışdır. Bu halda torpaqların antropogen transformasiyası onların ilkin xüsusiyyətlərindən, torpaqəmələgəlməsinin təbii şəraitinin xüsusiyyətlərindən, həmçinin antropogen təsirin öz xarakterindən asılıdır. Bu da yekun nəticədə antropogen təsiri altında dəyişmiş torpaqların böyük müxtəlifliyini yaradır. Onların arasında bilavasitə antropogen təsirə məruz qalmayan, lakin torpaqəmələgəlmə prosesinin bir və ya daha çox amilin antropogen dəyişməsi nəticəsində inkişafının təbii gedişi pozulan torpaqlara da rast gəlmək olur. Bilavasitə fiziki və kimyəvi antropogen təsirə məruz qalan və nəticədə bir və ya bir neçə genetik üfvlərini dəyişən, yaxud ilkin morfologiyasını saxlamaq şərtlə kimyəvi xüsusiyyətlərini kəskin dəyişən torpaqlara, nəhayət süni

düzəldilmiş torpağa oxşar cisimlərə rast gəlmək olar. Deyilənlərə əsasən hesab etmək olar ki, antropogen təsiri altında dəyişmiş torpaqlar torpaqların ümumi təsnifatında və genetik torpaqəmələgəlmədə layiqli yer tutacaq xüsusi antropogen törəmələridir.

Beləliklə, antropogen təsir torpaqəmələgəlmənin güclü, aktual amilinə çevrilir, müasir mərhələdə isə torpaqların təkamülündə xüsusi antropogen mərhələ kimi qiymətləndirilir. Bu mərhələ üçün torpaq örtüyünün əhəmiyyətli dərəcədə dəyişməsi xarakterikdir ki, bu da həm torpaqların coğrafiyasının ümumi qanunauyğunluqlarında müəyyən sürüşmələrdə, həm də torpaq örtüyünün quruluşunun dəyişməsi, onun komponent tərkibinin, genetik-həndəsi xarakteristikalarının daxili geokimyəvi əlaqələrinin dəyişməsi ilə müşahidə olunur. Lakin torpaq örtüyünün antropogen transformasiyasının qlobal xarakterinə malik olan müstəqil cisimlər kimi yox, təbii torpaqların genetik sindromu əlavə antropogen xüsusiyyətlərlə mürəkkəbləşmiş variantı kimi baxılır və təhlil edilir.

Antropogen təsirə məruz qalmış torpaqlara belə yanaşmaya uyğun olaraq da torpaq örtüyünün transformasiyasının qiyməti, deməli həm də əksi tapılır. Müxtəlif ölçülü xəritələrdə əksər hallarda antropogen dəyişmələrin (yaxşılaşdırılmış, təkrar düzlaşmış və s.) və ya antropogen təsirin növündən (qurudulmuş, suvarılan, texnogen-çirklənmiş və s.) asılı olaraq torpaqların konturları qeyd olunmuşdur. Bu halda təbii torpaqların təsnifatında qəbul olunmuş siyahı saxlanılır. İstifadə üçün mənimsənilmiş və təbii torpaqların kartoqrafik ayrılması bəzən müxtəlif məhsulların (əkin, meşə massivləri və s.) göstərilməsi ilə verilir ki, bu da əsas etibarilə iri və orta miqyaslı xəritələr üçün daha səciyyəvidir.

Təbii torpaqlara hər cür oxşarlığını itirərək, daha kəskin dəyişikliyə uğramış torpaqlar istisnaqlı təşkil edir. Belə hallarda onlar xəritələrin legendasına antropogen təsirin

növünü göstərməklə yanaşı onların xüsusiyyətlərini aydınlaşdırır.

Regional təsnifatda antropogen dəyişmənin daha əhatəli nəzərə alınmasına cəhd olunsada, praktiki olaraq bütün hallarda bu verilən ərazi üçün üstünlük təşkil edən konkret antropogen təsir növünə və müəyyən kifayət dərəcədə dar bir qrup torpaq növünə aid edilir.

Antropogen dəyişmiş torpaqlara kifayət qədər böyük spektri FAO YUNESKO-nun Dünya torpaq xəritəsinin legendasında verilmişdir ki, bu da torpaqları onların profilinin dəyişmə dərəcəsindən və yeni spesifik üfüqlərin yaranmasından asılı olaraq kartoqrafik əks etdirməyə imkan verir. Bu mövqə antropogen dəyişmiş torpaqların təsnifatında substraktiv – genetik prinsipləri rəhbər tutan tədqiqatçıların fikirləri ilə üst-üstə düşür. Bu baxımdan Dokuçayev adına Torpaqşünaslıq İnstitutunda aparılan işlər daha diqqətəlayiqdir.

Torpaqların təsnifatının ümumi sistemində təbii torpaqlarla yanaşı antropogen - dəyişmiş torpaqları (antropotorpaqlar) və texniki səthi yaranmaları (texnotorpaqlar) ayırmaq təklif olunur. Antropogen dəyişmiş torpaqlar üst qatı transformasiya olunmuş və nəticədə bu əlamətə görə növ mənsubiyyətini itirmiş torpaqların da özünə daxil edir. Onların sonrakı bölünməsi formalaşmanın antropogen mexanizmi və antropogen torpaqəmələgəlməsinin istiqamətini nəzərə alır.

Antropotorpaqlara aşağıdakılar aiddir: aqrogen təsirlər nəticəsində 2 və ya daha çox təbii genetik üfüqlərin yerində homogenetik humus üfüqlərinin formalaşdığı aqrotorpaqlar; üst qatla tipik üfüqlərin itirmiş atsefalotorpaqlar; tökülmüş və yuyulmuş humus üfüqləri olan aqrotorpaqlar; torflu torpaqlar-müxtəlif işləmə dərəcəli torflu sahələr; hemoleqtorpaqlar-kimyəvi dəyişmiş və çirklənmiş torpaqlar və s.

Antropogen dəyişmiş torpaqlar içərisində antropotorpaqlar dan təbii torpaqlar keçid xarakterli böyük bir qrup torpaqları ayırmaq lazımdır ki, onlarla yalnız üst qat

dəyişikliyə uğramışdır. Bu səthi dəyişmiş torpaqlar istifadəyə mənimsənilmə ilə əlaqədar olaraq yaranmışdır və onların siyahısına “aqro” sözönlüyünün əlavə edilməsi məqsədə uyğundur (aqroboy və s.).

Antropogen dəyişmiş torpaqların digər bir sərhəd nəticəsi texnotorpaqlardır. Onlar süni yaradılmış torpaq qruntları birləşdirir və sonradan humuslaşdırılmış səthi təbəqənin olmasına və olmamasına görə bölünürlər.

Antropogen dəyişmiş torpaqların təsnifatı antropogen quruluşların məzmununu açmağa, komponent tərkibini təyin etməyə və son nəticədə müasir torpaq örtüyünün real halının kartoqrafik təsviri üçün vacib olan növləşməyə imkan yaradır. Belə antropogen torpaq örtüyü quruluşu (TÖQ) üçün nümunə kimi verilə bilər: müxtəlif dərəcəli aqrogen transformasiya olunmuş torpaqların, o cümlədən aqrotorpaqların, asefalotorpaqların və straqistorpaqların kombinasiyası; kimyəvi dəyişmiş və çirklənmiş torpaqların kombinasiyası, torpaq örtüyünün xətti və sahəli texnogen pozuntuları, ardınca da eyni qaydaya salınması ilə əlaqədar yaranmış texnotorpaqların və torpaqların kombinasiyası.

Torpaq örtüyünün antropogen quruluşları bir sıra spesifik cəhətləri ilə fərqlənilir, hər şeydən əvvəl antropogen TÖQ-u praktiki olaraq yeni torpaq yaranmalarından təşkil olunduğu üçün onlar təbii torpaq örtüyü fonunda kəskin seçilir.

Antropogen TÖQ-ün digər fərqli cəhəti elementar torpaq areallarının həndəsi şəkillərinin özünəməxsusluğudur. Bunlar təbii və antropogen dəyişmiş torpaqlar arasındakı düz və sınıq xəttlərdir, texnogen kombinasiyaların boru kəmərlərinin qoyuluşu ilə əlaqədar dartılmış areallardır, torpaqların kimyəvi transformasiyası və çirklənməsinin müxtəlif nəticələri ilə əlaqədar olaraq bir-birinə keçirilən həlqələrin areallarıdır.

Antropogen TÖQ-ün komponentləri arasındakı geokimyəvi əlaqənin xüsusi xarakterini də qeyd etmək lazımdır. Əgər təbii TÖQ-lə maddələr mübadiləsi məhlulların əsas etibarilə səthi və

torpaqdaxili miqrasiyası vasitəsilə olursa, antropogen quruluşlara elementar torpaq arealları (ETA) arasındakı maddələr miqrasiyasında aparıcı rolu torpaq və qrununun mineral kütləsinin yerləşməsi oynayır.

İnsanın birbaşa müdaxiləsi ilə yaranan antropogen quruluşlardan əlavə torpaqəmələgəlmə amillərinin dəyişilməsində özünü büruzə verən dolayısi antropogen təsirlərin əlaqədar olduğu TÖQ-ni də əlaqələndirmək lazımdır. Axırncı torpaq örtüyünün elə transformasiyasına səbəb olur ki, bir nəticə etibarilə torpaq örtüyünün xarici amillərin xarici dəyişməsi ilə idarə olunan təbii təkamülü ilə eyniləşdirilə bilər.

Torpaq örtüyünün bu antropogen mənşəli dəyişməsi, hər şeydən əvvəl, təbii torpaq örtüyünün pozulması, dəyişdirilməsi və məhv olması ilə bağlıdır ki, bu da artıq öz-özlüyündə müasir torpaq rejimlərinin dəyişilməsini şərtləndirir, torpaqəmələgəlmə proseslərinin istiqamət və xarakterinə təsir edir və son nəticədə torpaqların quruluşunda və əsas xüsusiyyətlərində özünü göstərir.

Məşələrin sənaye qırımını bu növlü geniş yayılmış hadisə kimi göstərmək olar ki, bu da hidroloji şəraitin dəyişməsinə, avtomorf və hidromorf torpaqlar arasındakı münasibətin pozulmasına və səthi orqanogen üfqlərin transformasiyasına səbəb olur.

Təbii bitki örtüyünün məhvi çox zaman torpaq örtüyünün pozuntuları ilə müşayiət olunur ki, bu da dağ landşaftları və donmuş sahələr üçün daha qorxuludur. Birinci halda bu sel uçqunlar və çöküntülərdir. Yerlərdə isə əsas sükurların çılpaqlaşdırılması ilə müşayiət olunan cəbhəvi əks olunmalıdır. İkinci halda isə soliflyukasiya və krioturbaasiya proseslərinin aktivləşdirilməsidir.

İstifadəyə yararlı ərazilərdə bitki örtüyünün məhvi mədəni bitki örtüyü altında funksiyalaşan şumlama təbəqələrinin yaranmasını şərtləndirir. Mədəni bitki örtüyü ilə təbii bitki

örtüyündən, o cümlədən ot örtüyünün köklü surətdə fərqlənirlər.

Ən geniş yayılmış antropogen dəyişmiş TÖQ-dən eroziyaya uğramış və deflyasiya olunmuş quruluşlar krioturbaasiya və solifikasiya hadisələri ilə əlaqədar olan quruluşlar, ikinci halogenoz və hidromorfizm hadisələri ilə əlaqədar olan quruluşdur və s. Antropogen dəyişmiş TÖQ-nün xarakteri konkret ərazilərin müəyyən uyğun proseslərə potensial meyletmə qabiliyyətindən asılıdır. Uyğun proses dedikdə təbii ekosistemlərin tarazlığını pozacaq antropogen təsirlərdən kənarla reallaşa bilməyən proseslər nəzərdə tutulur. Belə amillərə relyefin və torpaqəmələgətirən sükurların xüsusiyyətləri, xüsusi halda onların sükur qeyri-bircinsli duzlaşmanın olması və s. aiddir. Antropogen təsirlərin gedişində texniki pozuntular az da rol oynamır.

Antropogen dəyişmiş TÖQ komponent tərkibinə və həndəsi xarakteristikasına görə torpaq örtüyünün təbii qeyri-bircinsliyindən az fərqlənir. Antropogen təsirlərə məruz qalan TÖQ üçün ümumi cəhət formalaşma periodunun torpaq kombinasiyalarına nisbətən əhəmiyyətli dərəcədə daha kiçik olmasıdır. Torpaq örtüyünün torpaqəmələgəlmənin xüsusi amillərinin tədricən dəyişməsi və landşaftın öz-özlünə inkişafının qanunları ilə şərtlənən təbii təkamülün sürətlənmiş təkamülə və hətta torpaq örtüyünün "inqilabi" dəyişilməsi ilə əvəz oluna bilər. Başqa sözlə təbii və antropogen TÖQ-ri bir qayda olaraq əhəmiyyətli fərqlənən xarakterik zamana malikdirlər.

Antropogen TÖQ-rin xarakteristikasının mühüm göstəricisi davamlılıq və ya stabillik – Frillandın təklif etdiyi anlayışdır.

Birbaşa və ya dolayısi antropogen təsirlərlə əlaqədar TÖQ-ləri müqayisəli dərəcədə zəif cavanlılığı ilə xarakterizə olunurlar, çünki onlar heç də həmişə ətraf təbii şəraitə tarazlaşa bilmirlər və klimaks halına çatana qədər inkişaf edirlər. Bu fikri təsəvvür etmək üçün təbii landşaftın kifayət qədər

eroziyaya davamlı TÖQ-lərini və şumlama zamanı yaranan yarganlar şəbəkəsinin qeyri-stabil TÖQ-ni müqayisə etmək olar.

Antropogen TÖQ-nin davamlılığı həm torpaqəmələgəlmənin təbii amillərindən, torpaqların və torpaq əmələ gətirən süxurların xüsusiyyətlərindən, həm də torpaq mənimsənilməsinin öz səviyyəsindən asılıdır. Məsələn, şumlama ərazilərinin eroziyalı TÖQ-ni əsasən meyylik bucağı ilə və torpaq əmələ gətirən süxurların xüsusiyyətləri vasitəsilə nəzarətdə saxlanılır; digər bir nümunə aqrotekniki şərtlərə düzgün əməl etdikdə, suvarma və quraqlığın optimal rejimini saxlamaqla və s. şərtlər daxilində müəyyən nisbi stabilliyə malik olan meliorasiya olunmuş torpaqların TÖQ-ri ola bilər. Lakin onların mövcud halının süni surətdə mühafizəsi kəsildikdə tədrici zəifləmənin potensial qorxusu vardır.

Qeyri-stabilliyin sərhəd qiyməti kimi qurudulmuş torpaqları göstərmək olar.

Torpaq örtüyünün antropogen transformasiyasından formalaşan TÖQ-nin komponent tərkibinin xüsusiyyətləri və genetik özünə məxsusluğu onları təbii olaraq kombinasiyalarından fərqləndirməyin məqsədəuyğunluğunu təyin edir. Antropogen kombinasiyaların xüsusiyyətlərini əks etdirən xüsusi terminologiyanın işlənilməsinə qədər müxtəlif tipli kombinasiyaların antropogen mənbələri aşkarlayan terminlər əlavə olunmalıdır.

Nəzərə alsaq ki, antropogen kombinasiyaların spesifik xüsusiyyətləri torpaq örtüyünün quruluş təşkilinin bütün səviyyələrində - zona, zonaətrafı, iri regionlar səviyyəsində torpaq coğrafiyasının ümumi qanunauyğunluqlarından mikro və nanokombinasiyalara qədər olan bütün səviyyələrdə özünü göstərir. Onda onların müxtəlif miqyaslı torpaq xəritələrində əks olunmasından danışmaq olar.

Kiçik miqyaslı xəritələrlə antropogen dəyişmiş torpaqların iri konturları əks olunmalıdır ki, bu da torpaq örtüyünün real

coğrafiyasını, demək olar ki, əsasən təyin edir. Torpaq örtüyü quruluşunu əks etdirən zaman təbii və antropogen torpaqların elementar torpaq areallarını vahid təbii antropogen TÖQ-su kimi göstərmək olar.

Böyük miqyaslı xəritələrdə təbii antropogen quruluşları əks etdirmək vacibliyi yoxdur, çünki xəritənin miqyası təbii və antropogen TÖQ-ni ayrı-ayrılıqda, həmçinin antropogen torpaqların ETA-nı göstərməyə imkan verir.

Detal torpaq xəritələrində spesifik, təmiz texnogen mikro və nanokombinasiyalar əks oluna bilər. Nümunə kimi torpaqların planlaşdırılmasından yaranan plantexnotorpaqları göstərə bilərik. Bu halda elementar torpaq quruluşlarının bir neçə və daha az metr uzunluqlu mikro və nanokombinasiyaları yaranır. Hər bir elementar quruluş müxtəlif dərəcədə kəsilmiş və ya basdırılmış torpaq kimi verilir, bu da ki üst qatdan gücünə görə nisbətən davamlı humus qatı ilə örtülür.

Antropogen TÖQ-nin torpaq xəritəsinə daxil edilməsi torpaq örtüyünün müasir vəziyyətinin obyektiv əks olunması baxımından yalnız onların məzmununu artırır, həm də onun təkamülü haqda müəyyən fikir yürütməyə, bu və ya digər AT-lərlə landşaftların davamlılıq dərəcəsini qiymətləndirməyə, başqa proqnoz xarakterli məlumat almağa imkan verir.

Belə ki, bu quruluşlu sahələrin mövcudluğu faktının özü bu ərazilərin nisbi qeyri-stabilliyinə, torpaq örtüyünün antropogen transformasiyaya, o cümlədən tədricən zəifləməyə potensial meylinin olmasına dəlalət edir.

Antropogen TÖQ-nin komponent tərkibi onların müəyyən təbii şəraitlə uzlaşdırılması landşaftın müxtəlif elementlərinin torpaq örtüyünün antropogen dəyişmə istiqamətlərinin müxtəlifliyi haqda mühakimə yürütməyə imkan verir. Belə ki, suayırıcı fazaların və yamacların antropogen TÖQ-nin müxtəlif komponent tərkibləri bu relyef elementlərinin torpaq örtüyünün antropogen dəyişməsinin müxtəlif istiqamətlərini nümayiş

etdirir: birinci halda onun homogenləşdirilməsi, ikinci halda mürəkkəbliyin və kontrastlığın artması.

Beləliklə, aktiv antroponez və texnogez təbii quruluşlardan formasına, təkamül xarakterinə, bir sıra landşaft - geokimyəvi xüsusiyyətlərinə görə fərqlənən spesifik təbii – antropogen və antropogen TÖQ-nin formalaşmasına gətirib çıxarır. Antropogen dəyişmiş və antropogen kombinasiyaların özlərinin bütün təşkil səviyyələrində yalnız birlikdə nəzərə alınması planetimizin bütün regionlarının hamısı üçün real torpaq örtüyü haqda adekvat təsəvvür yarada bilər. Bu qanunauyğunluq müxtəlif miqyasda torpaq xəritələrində öz əksini tapmalıdır. Bununla əlaqədar olaraq antropogen dəyişilmiş torpaqların təsnifatı duran antropogen TÖQ-nin növləşdirilməsi məsələsi birinci dərəcəli məsələ olaraq qalır.

IV FƏSİL. HİDROSFERİN ÇİRKLƏNMƏSİ

4.1. Okean və qitə suları, təkamülü və xüsusiyyətləri

Yerin bir planet kimi fərqləndirici xüsusiyyətlərindən onun səthinin çox hissəsinin su ilə örtülməsidir. Biosferada gedən proseslərin çox hissəsi su ilə əlaqədardır. Digər tərəfdən canlı materiyanın yaranmasının mövcudluğu və inkişafı su ilə bağlıdır.

Təbiətdə üç aqreqat halında bərk (buz), maye (su özü) və qaz (su buxarı) mövcuddur. O, bütün canlı orqanizmlərin tərkibinə daxildir, bir sıra qeyd olunmalı xassələrə malikdir (ən böyük sıxlıq + 4°C-yə uyğun gəlir). Göstərilən temperaturdan aşağı olduqda onun sıxlığı azalır. Su donduqda isə onun həcmi əvvəlki həcmnin 10%-i qədər artır.

Hətta içməli su hövzələrinin suyu da heç vaxt kimyəvi təmiz olmur. Bu onunla izah olunur ki, su yüksək həlletmə qabiliyyətinə malik olan bir mayedir. Suyun tərkibində olan qarışıqların kiçik miqdarı belə onun xassələrinə ciddi təsir göstərir. Hətta müəyyən olunmuşdur ki, suyun xassələrinə maqnit sahəsi də təsir göstərir.

Dünya okeanı materiklər, adalar vasitəsilə dörd hissəyə ayrılıb: Sakit, Atlantik, Hind və Şimal Buzlu okeanları. Dünya okeanı səviyyəsi sabit qalmır. Bunun səbəbi Ayın və başqa planetlərin təsiridir.

Okean suyunun 96,5% təmiz sudan, 3,5%-i isə suda həll olmuş müxtəlif duzlardan və qazlardan, həll olunmayan bərk hissəciklərdən ibarətdir. Okean sularında ən çox rast gəlinən kimyəvi elementlərə xlor, natrium, maqnezium və kükürdü aid etmək olar. Nisbətən az miqdarda brom, karbon, stronsium və digər elementlər var. Hesablamalara görə dünya okeanında duzların ümumi miqdarı $5,0 \cdot 10^{16}$ ton təşkil edir.

Okean sularının əsas xüsusiyyətlərindən biri onun duz tərkibinin sabit olmasıdır. Ümumiyyətlə, hal-hazırda okean

sularında demək olar ki, bütün kimyəvi elementlər aşkar edilmişdir. Suların mineralaşması mində bir hissələrlə (promil, ‰ ölçülür). Müəyyən olunub ki, dünya okeanında orta hesabla hər bir kq suyun tərkibində 35 q duz vardır.

Dünya okeanında canlı maddələrin ümumi miqdarı $9 \cdot 10^9$ ton təşkil edir. Bunların 90%-ni zooplanktonlar, 3%-i fitoplanktonlar, 4%-ni isə nektonların kütləsi təşkil edir (Suetov, 1976).

Ümumiyyətlə, okeanlardakı biokütlə çəki ilə müqayisədə quruya nisbətən 200 dəfə, vahid sahəyə görə müqayisədə isə 1000 dəfə azdır. Lakin, buna baxmayaraq okeanların verdiyi illik canlı məhsulun miqdarı $4,3 \cdot 10^{11}$ ton təşkil edir.

A.P. Vinqradova görə okean suyunun kimyəvi tərkibinin müasir səviyyədə formalaşması 3 böyük dövr ərzində yaranmışdır. Birinci dövr Yer cansız olduğu dövrdə, yəni 3-4 milyard il bundan qabaq. İkinci dövr biosferanın formalaşması dövrü çox böyük zamanı 3 milyard ildən 600 milyon ilə qədər. Üçüncü dövr isə okean öz həcminə və mineraloji xüsusiyyətinə görə indiki vəziyyətə yaxın dövr, təqribən 600 milyon il davam etmişdir.

Bəşəriyyətin "həyat mənbəyi" hesab olunan okean sularının və ümumiyyətlə hidrosferanın çirklənməsi ətraf mühitə təsir göstərən ən ciddi amil kimi qiymətləndirilir və bütün dünyada bu sahədə ciddi tədqiqatlar aparılır.

Suların çirklənmə mexanizmi və onların nəticələri insan üçün daha təhlükəli proses hesab olunmalıdır. Çirkləndirici elementlərin təbiətinə və onların bioloji təsir xüsusiyyətlərinə çoxsaylı elmi tədqiqatlar həsr olunmuşdur.

Çirklənmələrə qarşı effektiv üsulların axtarılması məsələləri bir çox hallarda həm texniki, həm də iqtisadi nöqtəyi nəzərdən məqbul nəticələr verir. Lakin, atmosferdən fərqli olaraq su mühitinə düşən zərərli qarışıqların (bərək və qaz şəklində) çox hissəsi su tərəfindən həll olunur və axınlar

nəticəsində onlar çirklənmə mənbəyindən çox uzaq məsafələrə aparılır.

Suyun çirklənməsinin bir xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, su özündə nisbətən az miqdarda suda həll olmuş oksigen saxlayır. Əgər yüksək dərəcədə çirklənmiş atmosferdə belə oksigenin konsentrasiyası sabit qaldığı halda hətta su mühiti bu xüsusiyyətə malik deyil.

Cədv. 4.1-də temperaturdan asılı olaraq oksigenin suda həll olma qabiliyyəti əks etdirilmişdir. Cədvəldən görünür ki, müşahidə aparılan temperaturlarda suda həll olan oksigenin miqdarı çox azdır. Digər vacib amillərdən biri də odur ki, temperatur artdıqca, suyun tərkibində oksigenin miqdarı azalır, eyni temperaturda isə şirin sularda onun miqdarı dəniz suyuna nisbətən çox olur.

Adi şəraitdə 1 litr suda oksigenin temperaturdan asılı olaraq həll olma xüsusiyyəti (Dajoz, 1969)

Cədvəl 4.1

Dəniz suyunda	Şirin sularda		Temperatur, °C
	sm ³ /l	mq/l	
7,97	10,244	14,16	0
7,07	8,979	12,37	3
6,35	7,96	10,92	10
5,79	7,15	9,76	15
5,31	6,50	8,84	20
4,86	5,95	8,11	25
4,46	5,47	7,53	30

Ona görə də soyuq dənizlərdə oksigenin miqdarı daha çoxdur. Okeanlarda aparılan ölçmələr göstərir ki, sularda oksigenin miqdarı aşağı düşdükcə onun miqdarı müəyyən həddə kimi azalır. Bu mənada Qara dəniz istisna təşkil edir - 200 metrədən başlayaraq orada ümumiyyətlə oksigen olmur. Okean amili ona görə hərtərəfli qiymətləndirilir ki, bu dəniz və şirin sularda əksər orqanizmlərin yaşamasının əsasını təşkil edir.

Suyun özünə xas olan fiziki xassələrindən asılı olaraq onun temperaturu böyük hədd daxilində dəyişir. Bu fiziki parametrlərdən əsasları suyun istilik tutumunun yuxarı olması və onun sıxlığıdır.

Beləliklə, yerüstü şəraitdən asılı olaraq havanın temperaturunun dəyişməsi ilə yer səthinin temperaturunun böyük hədd daxilində dəyişməsindən fərqli olaraq suların temperaturu havanın temperaturundan asılı olaraq az dəyişir.

Qapalı su hövzələrində okean suları üçün yuxarıda göstərilən qanunauyğunluqlar (minerallaşma, temperatur və s.) bir qədər pozulur.

Məsələn, Xəzər dənizinin minerallaşma dərəcəsi 0,2%-dən (Volqanın deltasında) 14%-ə kimi (cənubi-qərb hissədə) dəyişir. Mərkəzi Xəzərdə və cənubda minerallaşma 13,1% təşkil etdiyi halda, körfəzlərdə onun qiyməti 16%-ə, Qara-Böğaz-Qolda isə 350%-ə çatır.

Müəyyən olunmuşdur ki, müxtəlif illərdə aparılan tədqiqat nəticələrinin qiymətləri arasındakı fərq o qədər də böyük alınmır. Cədv.4.2-də 1996-1998 illər üçün müxtəlif dərinliklərdə minerallaşmanın qiyməti göstərilmişdir.

1996-1998 illər ərzində müxtəlif dərinliklərdə müşahidə olunan illik orta minerallaşma dərəcəsi, ‰

Cədvəl 4.2

Dərinlik, m	Qum adası yaxınlığında	Giləzi yaxınlığında
0	12,75	12,81
5	12,80	12,77
10	12,79	12,81
15	12,83	12,75
25	12,84	12,80
50	12,83	12,83
75	12,84	12,84
100	12,81	12,85
150	12,91	12,88
180	12,87	12,87

Minerallaşmanın bu cür paylanmasına təsir göstərən əsas amil dənizi qidalandıran çaylardır. Qərbdə belə çayların miqdarı çox olduğu halda şərqdə demək olar ki, yoxdur. Minerallaşma dərəcəsi 0,2-0,5% olan çaylar Xəzər dənizinə böyük miqdarda mineral duzlar gətirir. Bunun nəticəsində Xəzər üzrə minerallaşma qeyri-bərabər paylanır.

Minerallaşmada ən böyük fərq Xəzərin mərkəzinin şimal hissəsini əhatə edir.

Xəzərin Abşeron yarımadası rayonunda güclü küləklərin müntəzəm xarakter daşması ilə əlaqədar olaraq böyük miqdarda duz kütləsi (müxtəlif maddələrdən ibarət) quruya yayılır. Məsələn, Blinov müəyyən etmişdir ki, əgər yer səthində 2 metr hündürlükdə küləyin sürəti 2 m/san olarsa, 1 m³ havada duzun miqdarı 0,05 mq, küləyin sürəti 24 m/san olarsa isə bu qiymət 0,9 mq təşkil edir. Beləliklə, hər il dənizdən quruya 10 milyon tonlarla duz kütləsi səpələnir. Dənizin səviyyəsinin artması ilə minerallaşma dərəcəsi azalır.

Müəyyən olunmuşdur ki, dəniz səviyyəsinin 1 m qalxması minerallaşmanı 0,07% aşağı salır. Cədv. 4.3-də Xəzər dənizi ilə okeanın minerallaşma tərkibi arasındakı fərq göstərilmişdir.

Xəzər dənizi və okean suların mineral tərkibinin əsas göstəriciləri

Cədvəl 4.3

Kimyəvi elementlərin kation və anionları	Xəzər dənizi	Dünya okeanı
Natrium (Na)	24,82	30,59
Kalium (Ka)	0,66	1,11
Kalsium (Ca)	2,70	1,20
Maqnezium (Mg)	5,70	3,72
Xlor (Cl)	41,73	55,29
Brom (Br)	0,06	0,19
Sulfat (SO ₄)	23,49	7,69
Karbonat (HCO ₃)	0,84	0,21
Orta minerallaşma səviyyəsi	12,9	35,0

Xəzər sularında suda həll olmuş qazların miqdarı da okean sularından fərqlənir. Qazlar içərisində üstünlük oksigenin tərəfindədir. Müəyyən olunmuşdur ki, 100 metrə kimi dərinlikdə orta hər litr suyun tərkibinə 5,5-dən 7,0 sm³-ə kimi həll olmuş oksigen vardır.

Hətta 300 metr dərinlikdə belə 2,5 sm³ oksigen, 700 m dərinlikdə isə 0,3 sm³ miqdarında hidrogen sulfid müəyyən edilmişdir. Oksigenin sulara konsentrasiyası ilin fəsilələrindən asılı olaraq dəyişir (cədv. 4.4).

Xəzər dənizində 1996-1998-ci illərdə mövsümdən asılı olaraq oksigenin miqdarının dəyişməsi

Cədvəl 4.4

Dərinlik, m	Qış		Yaz		Yay		Payız	
	ml/l	%	ml/l	%	ml/l	%	ml/l	%
0	7,64	97	7,51	102	6,01	99	5,98	94
10	7,65	97	-	-	-	-	5,97	93
25	7,50	95	7,41	97	5,79	84	5,65	86
50	7,32	93	6,99	90	5,89	76	-	-
75	7,05	90	-	-	-	-	5,35	68
100	7,21	90	6,57	82	5,59	71	5,92	74
150	-	-	5,58	72	4,95	66	5,42	67
200	-	-	5,29	64	5,35	65	-	-
250	-	-	4,03	49	4,19	54	4,73	57

4.2. Suların çirklənməsinin mahiyyəti

XX əsrin 60-cı illərindən etibarən kontinental və okean sularının çirklənməsi çox təhlükəli bir həddə çatıb keçmişdir. Belə çirklənmə intensivliyi bilavasitə sənayenin inkişafı ilə əlaqədardır. Bu amil özünü sənayecə inkişaf etmiş ölkələrdə daha qabarıq göstərir. XIX əsrdə İngiltərədə Temza çayı hələ təmiz idi və orada asanlıqla qırmızı balıq tutmaq olardı. XX əsrin ikinci yarısında bu növ balıqların tamamilə məhv olma təhlükəsi yarandı. Ancaq bundan sonra onların qorunması üçün ciddi tədbirlər həyata keçirilməyə başladı.

XVIII əsrdə Parisin əhalisi içməli suyu bilavasitə Sena çayına götürürdülər. O zamandan vəziyyət ciddi surətdə dəyişmişdir.

Hal-hazırda su sərfi $4 \cdot 10^6$ m³/gün olan Sena çayında ümumi həcmi $1,4 \cdot 10^6$ m³ olan sənaye və məişət çirkab suları buraxılır. Fransa tədqiqatçıları sübut etmişlər ki, 1998-ci ildə Fransada şəhər əhalisinin ancaq 13% təmizləyici qurğularla təmin olunmuşdur.

Qərbi Avropanın digər çayları - Maas, Saora və Reyn də analoji vəziyyətdədir. Bu çaylardan Reyn xüsusilə qeyd olunmalıdır. Bu çay bir neçə ölkənin ərazisindən keçdiyi üçün axın istiqamətində çirklənmə intensivliyi get-gedə artır.

Məsələn, təkcə Fransa ərazisindən Reynə Elzas şaxtalarından il ərzində $7 \cdot 10^6$ ton miqdarında həll olmuş NaCl buraxılır.

Azərbaycan Respublikası da bu problemdən istisna deyil. Respublikanın əsas su arteriyaları olan Kür və Araz çaylarının çirklənmə həddi bəzi hallarda buraxıla bilən qiymətdən 1000 dəfəyə qədər yüksək olur. Təqribi hesablamalar göstərir ki, hər il Kür çayına 522 milyon kub metr çirkab suları axıdılır. Bunların əsas hissəsi – 497 milyon kub metri qonşu dövlətlərin – Gürcüstan və Ermənistanın payına düşür. Gürcüstanın 20-yə yaxın (Tbilisi, Marnauli, Qori, Rustavi və ş.) şəhərlərinin sənaye və məişət tullantıları Kür çayına axıdılır.

Araz çayın vəziyyəti xüsusi ilə acınacaqlıdır. Bu çaya Türkiyə-Ermənistanın sərhəddi və eləcə də ona bitişik rayonların, o cümlədən Yerevan və başqa sənaye şəhərlərinin sənaye obyektlərinin və məişət çirkab suları kiçik çaylar (Axuryan, Razdan, Kasak, Vedi) vasitəsi ilə Araza axıdılır. Buradakı sənaye sahələrinə Mesamor Atom Elektrik Stansiyası da daxildir.

Ermənistanın cənub-qərbində yerləşən rayonlarına (Yekeqnadzor və başqaları) gəldikdə isə, onların sənaye və

çirkab suları Naxçıvan MR-nın ərazisindən keçərək yenə də Araz çayına tökülür.

Ermənistanın cənubunda yerləşən Dəstəkert mis-molibden mədən tullantıları Həkəri çayının Bərgüşad qolu vasitəsi ilə və Qafan mis istehsalı kombinatının tullantıları isə çox asanca Oxçu çayı vasitəsilə yenə Araz çayına axıdılır.

Ermənistanın Gürcüstan və Azərbaycanla həmsərhəd olan rayonlarında yerləşən sənaye müəssisələrinin (Allahverdi mis kombinatı) və habelə şəhər və rayonlarının sənaye, məişət və başqa tullantıları başlanğıcını Ermənistandan götürən Debed, Ağstafa, Tovuz və əlavə kiçik çaylar vasitəsi ilə Kür çayına axıdılır.

Beləliklə, əvvəlcədən planı çəkilmiş belə bir fakt maraqlıdır ki, Ermənistan ərazisində olan bütün çayların hamısı Kür və Araz çaylarına axıdılır.

Avropa ölkələri öz qonşu ölkələrinə qarşı belə təxribata heç vaxt yol vermirlər. Buna misal Dunay çayının ekologiyasını qorumaq haqqında Dunay ölkələrinin ikitərəfli (1977-1986) və çoxtərəfli (1865-1945) konvensiyalarını göstərmək olar. Həmin konvensiyalara uyğun olaraq Beynəlxalq ekoloji qurumların iştirakı ilə Araz və Kür haqqında Türkiyə, Azərbaycan, İran, Gürcüstan və Ermənistan respublikaları arasında dövlətlər səviyyəsində ümumi ekoloji vəziyyəti yaxşılaşdırmaqla yanaşı Xəzər dənizinə tökülən çirkəndiricilərin miqdarını azaltmaq imkanı əldə olunardı.

4.3. Suların bioloji çirklənməsi

Suları axıdılan karbohidrogenli üzvüxlorlu və digər maddələrin bərk maye və qaz halında olmasından asılı olmayaraq onların hidrosferin bu və ya digər dərəcədə və intensivliklə çirkləndirməyə qadirdirlər. Çirklənmə səviyyəsi bilavasitə çirkləndirici elementlərin həll olma qabiliyyətindən asılı olur. Lakin, təcrübələr göstərir ki, suda az olan birləşmələr

göl və dəniz mühitində biosenozlarda toplanaraq onların fəaliyyətində müəyyən pozğunluqlar yaradır.

Suları çirkləndirən çoxsaylı amillərin təsir xüsusiyyətlərini və analizini asanlaşdırmaq məqsədi ilə onlar əsas 3 qrupa bölünür:

1. Bioloji çirklənmə. Bu çirklənmə mikroorqanizmlər bə qıvcırma törədə bilən üzvü birləşmələr tərəfindən yaradılır.

2. Kimyəvi çirklənmə. Bu növ çirklənmə sulara tökülən bütün zəhərli maddələr və suyun tərkibini dəyişmək xüsusiyyətinə malik olan maddələr yaradırlar.

3. Fiziki çirklənmə. Suların, temperaturu yüksək olan sənaye və məişət axıntıları çirklənməsi nəticəsində temperaturun və radioaktivliyin artması.

Yuxarıda qeyd olunduğu kimi, bioloji çirklənmə sulara tökülən mikroorqanizmlər və habelə qıvcırma qabiliyyətinə malik olan üzvü birləşmələr tərəfindən yaradılır. Axırncı çirkləndiricilərin mənşəyi çox müxtəlif ola bilər. Bunlara, tərkibində qida məhsulları qalığı olan məişət yaxud sənaye axıntı suları, şəkər zavodlarının və kağız sellüloz kombinatlarının axıntı suları ola bilər.

Bioloji çirklənmə suların bakterieoloji çirklənməsinə gətirib çıxarır. Çirklənmənin bu növü ictimai gigiyena baxımından nəinki inkişaf etməkdə olan ölkələr üçün, hətta yüksək inkişaf səviyyəsinə malik ölkələr üçün də olduqca aktualdır.

Quru və dəniz sularının günü-gündən mikrobioloji çirklənmələri bir sıra yoluxucu xəstəliklərin, o cümlədən yoluxucu hepatitin çox geniş yayılmasına şərait yaradır. Son illərdə bir sıra qorxulu xəstəliklərin (vəba, taun) yenidən meydana gəlməsi bilavasitə suların bioloji çirklənməsi ilə bağlıdır.

Göstərilən səbəblər üzündən şirin su hövzələrinə tullantı suları atılması bütün cəmiyyət üçün ciddi təhlükə yaradan bir amilə çevrilmişdir.

Yadda saxlamaq lazımdır ki, 1 sm³ məişət mənşəli axıntı sularında orta hesabla 300 milyon aerob, 20 milyondan çox isə anaerob mikrobları olur. Hətta dənizə buraxılan şəhər axıntı suları dənizdə çimənlər üçün böyük təhlükə mənbəyidir. Bir sıra vəzifə sahibləri özlərinə bəraət qazandırmaq məqsədi ilə göstərirlər ki, dəniz suyu antibaktereoloji xüsusiyyətlərə malikdir. Bu doğrudan da belədir. Lakin müəyyən hədd daxilində. Xəzər dənizi sahillərində olan çimərliklər bir sıra dözümlü mikroblarla çirkləndiyindən, dənizdə çimmək bəzi mövsümlərdə qadağan olunur.

Suların bioloji çirklənməsində məişət suları ilə yanaşı qida məhsulları (ət, süd, şəkər) istehsal edən sənaye sahələrinin mənfi rolu xüsusi qeyd olunmalıdır.

Bioloji çirklənmədə əsas rol oynayan sənaye müəssisələrindən biri də karton və kağız-sellüloz istehsal sahələridir. Həqiqətən də bu sənaye sahələri su hövzələrinə güclü qıçırma qabiliyyətinə malik, qlyusidlə zəngin olan tullantılar buraxırlar. Müəyyən olunmuşdur ki, sellüloz - kağız kombinatının bioloji çirklənmədə mənfi rolu əhalisi 500 min nəfər olan bir şəhərin mənfi rolu qədərdir.

Üzvi maddələrlə çirklənməni qiymətləndirmək üçün 5 gün ərzində oksigenə olan biokimyəvi tələbat nəzərdə tutulur. Bu onu göstərir ki, 1 litr suda olan qeyri dözümlü üzvü birləşmələri minerallaşdırmaq üçün suda olan mikroorqanizmlərə nə qədər oksigen tələb olunur.

Avropada sulara atılan tullantıların miqdarı hər bir nəfər üçün gün ərzində 190 qram qıçırmaya həssas olan üzvi maddələrdir və onların parçalanması üçün 54 qram oksigen tələb olunur (cədv. 4.5).

Bir çox Avropa ölkələrində qəbul edilmiş standartlara görə, içməli suyun tərkibində biokimyəvi tələbat üçün tələb olunan oksigenin miqdarı 5 mq/litr-dir. Suda həll olmuş oksigenin miqdarı 4 mq/litr, bir kub santimetrdə bakteriyaların sayı 30-dan çox olmamalı və suda zəhərli qarışıqlar olmamalıdır.

Avropanın böyük şəhərlərindən suya buraxılan mineral və üzvü birləşmələrin hər bir nəfərə düşən miqdarı
(Colas, 1968)

Cədvəl 4.5

Hissəciklər	Mineral	Üzvü	Cəmi	Bir nəfər üçün oksigenə olan biokimyəvi tələbat, q/gün
Asılı:				
Kobud dispersiyalı	20	40	60	19
Zəif dispersiyalı	10	20	30	12
Həll olunanlar	50	50	100	
Cəmi	80	110	190	54

4.4. Suların kimyəvi çirklənməsi

Suların mineral çirklənməsi, sənayedə və kənd təsərrüfatında istehsal və istifadə olunan kimyəvi birləşmələrin axıdılması nəticəsində yaranır. Canlı orqanizmə təsir xüsusiyyətlərinə görə böyük əhəmiyyət kəsb edən kimyəvi birləşmələrdən qurğuşun, cıvə, nitratlar, fosfatlar və karbohidrogenlərdir.

Qurğuşun. Bu element sulara əsasən avtomobil yanacağının daxili yanma mühərriklərində yanmasından daxil olur. Okean səthinin çox böyük olmasına baxmayaraq, orada da qurğuşunla çirklənmənin izləri görünür. Qurğuşunun açıq dənizə düşməsinin əsas səbəbi, qurğuşundan yanacaqlarda istifadə olunmasıdır. Göstərilən səbəb üzündən hər il orta hesabla Dünya okeanına 25000 ton qurğuşun atılır (Patterson, 1968). Həmin müəllif tərəfindən göstərilmişdir ki, Atlantik okeanının simasında onun həll olma miqdarı 0,01-dən 0,07 mq/l-ə çatmışdır. Həmin müəllif eyni zamanda qurğuşunun okeanında vertikal paylanma xüsusiyyətini aşkar etmişdir. O, göstərmişdir ki, ağır metallara aid olan barium suda həll olma

miqdarına görə qurğuşunla müqayisə olunsada, onun konsentrasiyası dərinliklə artdığı halda, qurğuşunun konsentrasiyası azalır.

Qurğuşundan savayı müasir sənaye sularına çoxlu miqdarda sink, xrom, mis, nikel, kadmium və s. buraxılır. Bunların içərisində ən təhlükəlisi kadmium hesab olunur.

Civə. Bu metalın tətbiq sahələri və istehsalını get-gedə artdığından onun təhlükəli zəhərlənmə mənbəyi olduğunu nəzərə alaraq hidrosferin bu metalla çirklənməsinə nəzarətə xüsusi diqqət yetirilməsini tələb edir.

Dünya üzrə civə istehsalının illik miqdarı 10 min tondan çoxdur.

Civənin bir metal kimi tətbiqi haqqında oxucuda fikir yaratmaq məqsədilə ABŞ-da müxtəlif sənaye sahələrində istifadə olunan civənin faizi aşağıdakı kimidir.

Civənin 26%-i elə istifadə olunur ki, civə hökmən biosferaya düşür. O, cümlədən onun 17%-in- dən pestisidlərin hazırlanması üçün istifadə edilir ki, bu da ətraf mühitin civə ilə ciddi sürətdə çirklənməsinə gətirib çıxarır.

33% civə natrium və xlorun elektroionizasiyasında istifadə olunur. Burada proses əsasən qapalı getsə də, yenə civənin bir hissəsi suya tökülür.

41% civə elektrotexnikada, metallurgiyada və laboratoriyalarda istifadə olunur.

Müəyyən olunmuşdur ki, hər il çaylar okeana orta hesabla 5000 ton civə axır (Coldberg, 1970).

Nitratlar. Biz yuxarıda göstərdik ki, nitrat və fosfatlardan kənd təsərrüfatında gübrə kimi istifadə olunması suların çirklənməsində əsas rol oynayır.

Kommoner (1970) göstərmişdir ki, əgər şəhər axıntı sularında son 25 ildə nitratların miqdarı 70% artmışsa, avtomobillərdə daxili yanma mühərriklərinin hesabına atmosfərə buraxılan qazların tərkibində nitratların miqdarı

300%, azot gübrələri hesabına alman nitratların miqdarı isə 1400% artmışdır.

Fosfatlar. Məlumdur ki, suda fosforun miqdarı nə qədər az olarsa, fitoplanktonların inkişafı bir o qədər intensiv olur. Fosfatların suya düşməsinin digər yolu onların yuyucu tozların tərkibinə daxil olmasıdır. Məsələn, Brenner göstərmişdir ki, əgər ildə orta hesabla 1 milyard kq sintetik yuyucu tozlar satılmışsa, bu o deməkdir ki, 0,5 milyon ton fosfat suya buraxılmışdır. İri sənaye şəhərlərində hər bir nəfər orta hesabla il ərzində kanalizasiya sularına 0,75-dən 2 kq-a kimi mineral fosfat buraxır.

Göstərilən amillərin nəticəsində təmizləyici stansiyanın çıxışında suyun tərkibində fosfatların miqdarı 8 mqR/l təşkil edir. Fosfatların miqdarını göstərilən səviyyədən aşağı salınması bəla başa gəlir.

Karbohidrogenlər. Kontinental və okean sularının karbohidrogenlərlə çirklənməsi müasir hidrosferanın əsas problemlərindən biridir.

Suların karbohidrogenlərlə çirklənməsinin çox müxtəlif səbəbləri mövcuddur. Bunların çoxu neftin çıxarılması, emalı və nəqli ilə əlaqədardır, digəri neft və neft məhsullarından istifadə olunması ilə bağlıdır.

Okean mühitində neft məhsulları ilə çirklənmənin əsas səbəbi neftin nəqli, az dərəcədə isə sualtı neft quyularında baş verən qəzalardır. Qeyd olumna ki, dənizdə neft istehsalı artdıqca, belə qəzaların baş vermə ehtimalı da artır. Statistik məlumatlara görə hər il dənizlə 1 milyard tondan yuxarı neft məhsulları daşınır. Bu neftin bir hissəsi (0,1-dən 0,5% kimi) əni qabaqcadan bilinməyən səbəblər üzündən, digər hissəsi bilərəkdən - yəni tankerlərin yuyulması və ballast suların açıq dənizə axıdılması olur. Tankerlər boşaldan sonra onlar dəniz suyu ilə yuyulur və sonra dayanıqlığını artırmaq məqsədilə su ilə doldurulur. Neftlə çirklənmiş belə sular isə sonradan beynəlxalq müqavilələrə əsasən açıq dənizdə xüsusi rayonlara

boşaldılır. Lakin çox hallarda bütün qanunları pozaraq bu suları bilavasitə sahilə yaxın yerlərdə dənizə buraxırlar. Məsələn, Fransa sahillərində 300-dən yuxarı tanker öz ballast sularını bu əraziyə buraxırlar. Bunların nəticəsində bu sahilərdə “qara dəniz” yaranmışdır.

Okean sularını çirkləndirən başqa amil neft daşıyan gəmilərin qəzaya uğramasıdır. Statistika göstərir ki, 1980-1990-ci illər arasında 600-dən yuxarı belə hadisələr qeydə alınmışdır. Neft tankerlərinin əksəriyyəti çox böyük tutumu (400-500 min tona) malik olduqlarından bunlar ancaq müəyyən boğazlarda hərəkət edə bilirlər.

Azərbaycan Respublikası və onun Xəzər sektoru dünyanın qədim neftçixarma rayonlarından biri hesab olunur. Neftin ətraf mühitə zərərli təsiri bizim respublikadan da yan keçməmişdir. Aşağı səviyyəli texnologiya ilə çıxarılan, emal və nəql olunan neft həm quruya, habelə dənizin ekologiyasına ciddi mənfi təsir göstərmişdir.

Xəzər dənizi qapalı su hövzəsi olduğundan, burada ekoloji tarazlıq dünya okeanına nisbətən daha intensiv sürətdə pozulur. Xəzərə tökülən neftin əsas mənbəyi, quyularda baş verən qəzalar, neft kəmərlərindən sızmalar və digər mənbələrdir.

Beynəlxalq sazişlərə əsasən 2005-ci ildən etibarən Xəzər dənizində neft istehsalı ildə 4-4,5 milyon tonu keçmişdir. Yuxarıda göstərdiyimiz kimi fərz etsək ki çıxarılan neftin ancaq 0,1% dənizə (həqiqətdə isə bu qiymət çox yüksəkdir) axıdılır, bu hesabla hər il dənizə təkcə bir mənbədən 4-5 min ton neft axıdılacaq. Müəyyən olunmuşdur ki, dənizə axıdılan bir ton neft 12 km² sahəni tutur. Bu onu göstərir ki, bir il ərzində təkcə Azərbaycanın hesabına dənizə 48 - 60 min kv km sahəsi neft təbəqəsi ilə örtüləcək. Bu Azərbaycanın ümumi ərazisinin 70%-ni təşkil edir.

Xəzərin çirklənməsinin digər səbəbləri quyuların təmiri, neft kəmərlərindəki qəzalar, benzin və sürtgü yağlarının dənizə buraxılmasıdır. 1985-ci ilin statistik məlumatlarına görə, axıntı

suları ilə Xəzərə ildə 10,2 min ton, çaylar vasitəsi ilə isə 104,2 min ton neft və neft məhsulları buraxılmışdır.

Müəyyən olunmuşdur ki, Xəzər dənizində neftlə çirklənmə, orta hesabla buraxıla bilən normadan 2-4 dəfə yuxarıdır. Təbii ki, ən çox çirklənən yerlər Bakı buxtasıdır - 9 dəfədən çox.

Neft istehsalı ilə əlaqədar olan respublikada quru sularının çirklənməsi üçün real zəmin mövcuddur. Bu ilk növbədə neft kəmərlərinin keçdiyi ərazilərin ekoloji baxımdan düzgün seçilməməsi ilə bağlıdır.

Məlumdur ki, respublikada neftin nəqli əsas üç istiqamətdə 20-ci əsrin əvvəlindən başlayaraq həyata keçirilir. 1. Qərb (Bakı - Batumi), 2. Şimal (Qroznı - Bakı), 3. Cənub (İran, Astara - Bakı). Bu kəmərlərin layiləndirilməsində əsas nöqsanlar aşağıdakılardır:

1) Şimal marşrutunun Dəvəçi - Samur çayları arasında Xəzər dənizinin sahilinə yaxın yerlə deyil, respublikanın əsas şirin və potensial istismar ehtiyatları 3471 min m³/gün yeraltı içməli su mənbəyi, Samur - Dəvəçi artezian hövzəsinin tam ortasından keçirilməsi.

2) Qərb marşrutu üzrə Mingəçevir dəmir yolu stansiyasından kəmərlə xəttinin hər yerdə Kür çayının sahilinə yaxın yerlə deyil, respublikanın ikinci böyük şirin yeraltı su ehtiyatlarına malik Gəncə- Qazax (istismar ehtiyatları 4224 min m³/gün) artezian hövzəsinin gətirmə konuslarının orta və kənar hissələrində şirin yeraltı su yataqlarını keçərək keçməsidir. Marşrut 0,5-1 km şimali şərqdən keçirilsəydi təhlükənin miqyası dəfələrlə azalardı. Göstərilən səhvlər üzündən artıq bir sıra yerlərdə suyun neftlə çirklənməsi qeydə alınmışdır.

Məsələn, Neft məhsulları Şimal marşrutu üzrə neft kəmərinə sızaraq ətraf mühitə təhlükə yaratması 1997-ci ildə H.Z. Tağıyev qəsəbəsi və Beşbarmaq dağı yaxınlığında aşkar edilib. Digər fakt Dəvəçi və Qusar çayları arasında yeraltı və

çay sularının neft məhsulları ilə çirklənməsi 25.11.1999-cu ildə aşkar edilib və suda karbohidrogenlərin miqdarı 7,3-8,3 mq/litr olmuşdur.

Aşağıdakı cədvəldə dəniz suyunda çirkləndirici maddələrin buraxıla bilən həddi göstərilmişdir. (Cədvəl keçmiş SSRİ-də qəbul olunmuş normalar əsasında tərtib olunmuşdur).

Dəniz suyunda çirkləndirici maddələrin buraxıla bilən konsentrasiyası, mq/l

Cədvəl 4.6

Çirkləndiricilər	Buraxıla bilən hədd (BBH)	Çirkləndiricilər	Buraxıla bilən hədd (BBH)
Həll olmuş oksigen	4,0 (qışda) 6,0 (yayda)	Civə	0,0001
pH	6,5-8,5	Səthi aktiv maddələr	0,1
Ammonium duzları	2,9 → 13-14% omenda	Fenollar	0,001
Marqans	0,01	Qurğuşun	0,01
Mis	0,005	Xlor üzvi birləşmələr	-
Neft məhsulları	0,005	Sink	0,005
Nikel	0,01		

4.5. Yuyucu tozlarla suların çirklənməsi

Məişətdə sintetik yuyucu tozlar keçən əsrin 50-ci illərindən etibarən tətbiq olunmaya başlanmışdır. Bu tozların tərkibində *detergent* adlanan aktiv birləşmələr vardır. Belə aktiv maddələrin olması məişətdə mövcud olan çirk və müxtəlif mənşəli ləkələrin təmizlənməsinə şərait yaradır. Sabundan fərqli olaraq bu yuyucu tozlar cod sularda istifadə oluna bilirlər. Kimyəvi tərkibinə görə bu detergentlər alkilbenzolsulfatlar qrupuna daxildir. Bunların 99% biokimyəvi proseslər zamanı oksidləşirlər. Ətraf mühitə müxtəlif dərəcədə zərər

vermələrinə baxmayaraq onlardan istifadə qanunla qadagan olunmayıb.

Bir çox ölkələrdə (xüsusən Qərbi Avropa) əsasən elə kimyəvi tozlardan istitadəyə icazə verilir ki, onların 80%-i bioloji təsir nəticəsində dağıla bilirlər. İngiltərədə isə tamamilə bioloji təsirlə zərərsizləşən yuyucu tozlardan istifadə olunur. Bunun nəticəsidir ki, Temza çayında detergentlərin konsentrasiyası on il müddətində 0,35 mq/l-dən 0,06 mq/l kimi azalmışdır.

Suların fiziki çirklənməsi dedikdə əsasən radiasiya və istilik çirklənmələri nəzərdə tutulur (bax, V Fəsilə).

4.6. Suların istilik çirklənmələri

Suların istilik çirklənməsi ətraf mühitin fiziki çirklənmə növünə daxildir.

İstiliyin ətraf mühitə buraxılması nəticəsində biosenozun parçalanma prosesi başlayır. Çünki mühitin temperaturu ekoloji nöqteyi cəhətdən, birinci dərəcəli amillərdən hesab olunur.

Ümumiyyətlə, istilik çirklənmələri süni enerji mənbələrinin istifadəsindən asılı olaraq mövcud olmuşdur. Süni enerjinin olması isə, bilavasitə ekosistemlərin energetik balansına bu və ya digər dərəcədə təsir göstərir. Yeraltı yanacaq növləri və atom enerjisindən istifadə Yerin Günəş enerjisindən formalaşmış balansına təsir göstərir. Biosfera miqyasında bu enerjinin miqdarı Günəş radiasiya enerjisinin 0,0001 təşkil etməsə də regional ekosistemlər səviyyəsində vəziyyət tamamilə başqa qanunauyğunluqla dəyişir.

Məsələn, ABŞ-da Los-Ancelos rayonunda 10^6 hektar sahədə süni enerji mənbələrindən alınan enerji Günəşin enerjisindən 5% çox olur. Şəhərdə istilik adalarının mövcud olması barədə hətta qeyri- mütəxəssislər də bilirlər. Yəni şəhərin içərisində temperatur, kənar yerlərə nisbətən həmişə yüksək

olur. Maksimum fərq qış aylarında müşahidə olunur ki, bu da istilik sistemlərinin işləməsi ilə əlaqədardır.

İstilik çirklənmələri su mühitində daha tez nəzərə çarpır, nəinki havanın temperaturu miqyasında. Bir sıra hallarda dənizlərin sahil zonalarında və daxili su hövzələrində istilik çirklənmələri elə bir miqyas alır ki, həmin mühitdə biosenozların stabilliyinə ciddi təhlükə yaradır.

İstilik çirklənmələrinin əsas mənbəyi elektrik enerji istehsal sahələri hesab olunsa da, bir sıra rayonlarda poladəritmə və ağır maşınqayırma istehsalı da belə çirklənmələrdə əsas rol oynayır.

Fərz edək ki, elektrik enerjisi buxar turbinləri ilə hərəkətə gətirilən istilik və atom elektrik stansiyalarının generatorları vasitəsi ilə alınır. Bu enerjinin qiyməti termodinamikanın 2-ci qanunu ilə müəyyənləşdirilir, yəni:

$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S, \quad (4.1)$$

burada ΔG - sərbəst enerjinin dəyişməsi; ΔH - sistem ilə ətraf mühit arasındakı temperatur mübadiləsi; ΔS - entropiyanı dəyişməsi (entropiya dedikdə iş görmə qabiliyyətinə malik olmayan, itkiyə çevrilən, yəni ətraf mühitə verilən istilikdir); T - mütləq temperaturdur. Nəzərdə saxlamaq lazımdır ki, ΔG və ΔS bir-birinə əks istiqamətlərdə dəyişirlər. Bu kəmiyyətlər bir-birinə o zaman bərabər olur ki, ətraf mühitlə enerji mübadiləsi yoxdur.

Digər tərəfdən məlumdur ki, istənilən istilik maşınının f.i.ə. 100% ola bilməz. Enerjinin hər hansı faizi hökmən itkiyə sərf olunur. İstənilən istilik maşınının f.i.ə. (η) ancaq qızdırıcının (T_2 - qızdırıcıdan çıxan buxarın temperaturu) və soyuducunun (T_1 - soyuduqdan çıxan buxarın temperaturu) mütləq temperaturlardan asılıdır və aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$\eta = \frac{T_2 - T_1}{T_2}, \quad (4.2)$$

burada T_1 və T_2 Kelvinlə ölçülür.

İstilik daşıyıcısının (çox halda suyun) adi təzyiqdə minimal temperaturu 100°C-yə bərabər olacaq (373 K.). Müasir istilik elektrik stansiyalarından aşağı təzyiqli xüsusi kondensatorların tətbiq olunması ilə qaynama temperaturunu aşağı salmaq olur. Hal - hazırda atom reaktorları ətraf mühitə böyük miqdarda istilik enerjisi səpələyirlər (V Fəsil radioaktiv çirklənmə). Müasir reaktorların f.i.ə.-si 35% - dən yuxarı deyil. Bu isə o deməkdir ki, 100 kVt saat enerji istehsal edən reaktor, onun 65 kVt saatını istilik çirklənməsi kimi ətraf mühitə buraxır.

Aparılan hesablamalar göstərir ki, quru suların elektrik stansiyalarının soyutma sistemi kimi istifadə olunması üçün tələb olunan su ehtiyatları gün-gündən azalır. Təkcə ABŞ - da 60-70-ci illərin axırlarında soyutma kondensatorlarda bir ildə $300 \cdot 10^{19}$ çay suyu işlədilmişdir. İngiltərədə isə bu rəqəm bütün quru sularının 60%-ni təşkil etmişdir. Cədv. 33-də ABŞ-da atom elektrik stansiyalarında suya olan tələbatın illər ərzində dəyişməsi göstərilmişdir.

ABŞ - da atom elektrik stansiyalarına tələb olunan suyun miqdarı (Belter, 1975)

Cədvəl 4.7

İllər	Reaktorların gücü MVt	Soyutma üçün tələb olunan suyun nəqdarı, m ³ /san	Buxarlanmadan baş verən itkilər, m ³ /san
1980	102 000	1685	53
1985	250 000	3741	184
1990	475 000	8227	416
2000	1 090 000	20 437	1050

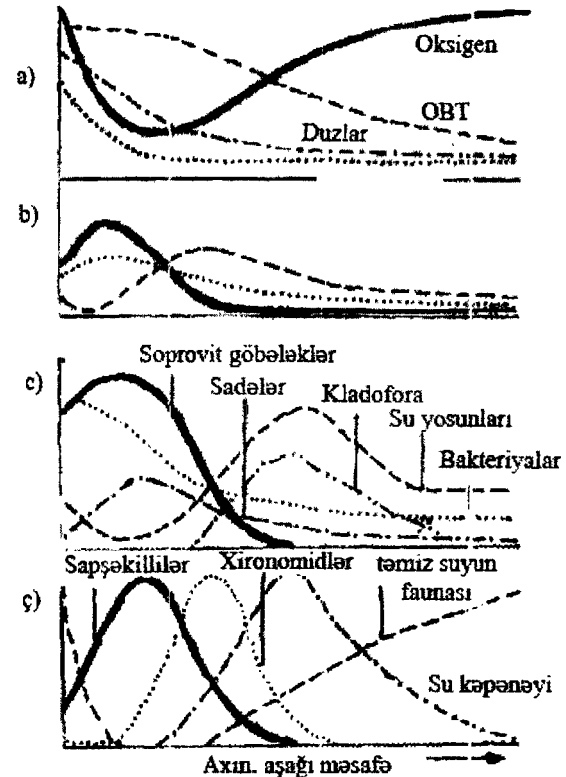
4.6.1. Suların çirklənməsinin ekoloji fəsadları. Üzvi birləşmələrlə suların çirklənmə nəticələri

Su hövzələrinin (axınlı, yaxud sabit) üzvü maddələrlə çirklənməsi abiotik və biotik amillərə ciddi təsir göstərir. Lakin bunların müxtəlif su ekosistemlərinə təsiri bir-birindən kəskin fərqləndiyi üçün iki cür şirin su ekosistemləri üçün bu problem ayrı-ayrılıqda öyrənilməlidir.

Axar suların əsas xarakterizə edici xüsusiyyəti onun daimi qarışmasıdır. Bu isə sistemin homogenliyinin (eynincisliyinin) əsas amilidir. İlk baxımda belə ekosistemin çirklənməsi göllərin buxtaların çirklənməsinə nisbətən daha sadə görünür. Axar sulara üzvi maddələrlə zəngin tullantıların atılması bu ekosistemin tam şəkildə pozulmasına gətirib çıxarır. Bu çirklənmələr nəticəsində çay öz uzunluğu boyunca 4 hissəyə ayrılır. 1) Suyun təmiz və yumşaq olan başlanğıc hissəsi; 2) Çirkləndiricilərin qarışmağa başladığı hissə bu hissədə suyun rəngi tutqunlaşır. 3) 3-cü hissədə suyun tərkibinə düşən bakteriyaların və göbələklərin fəaliyyəti nəticəsində suyun tərkibində olan üzvi maddələr dağıdılır. Əgər bu zonada suyun tərkibində olan oksigen tamamilə sərf olunarsa, suyun tərkibində müxtəlif birləşmələr yaranmağa başlayır. 4) Suda baş verən özü-özünü təmizləmə prosesi nəticəsində su tədricən təmizləməyə başlayır. Bu o zaman mövcud olur ki, bu hissələrdə suya əlavə üzvi çirkləndiricilər axıdılır.

Beləliklə, axar sulara daima qıçırma prosesi gedən və özünü təmizləmə xüsusiyyətlərinə malik bir sistem kimi baxmaq olar. Göstərilən kontekstdə “özü-özünü təmizləmə” termini suyun tərkibində olan həll olmuş və asılı üzvi hissəciklərin sudan uzaqlaşdırılması üsuludur.

Öz-özünü təmizləmə prosesində oksigenin qradiyenti, qida elementlərinin miqdarı və bioloji substansiyaların artması müşahidə olunur (şək. 4.1).



Şək. 4.1. Su mühitinin üzvü maddələrlə çirklənməsindən alınan pozuntular diaqramı

a və b-də fizik-kimyəvi amillərin dəyişməsi göstərilmişdir, c-avtotrof və destruktorlar üzərindəki müşahidələr, ç- zoosenozun pozulması.

Axar sularda üzvi birləşmələrlə çirklənmələr nəticəsində bakteriyaların sayı kəskin artır ki, bunların təsirindən suyun tərkibində olan müxtəlif birləşmələr və mineral duzlar parçalanır.

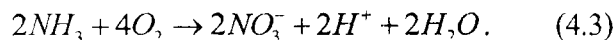
Üzvi maddələrlə çirklənən və qıçırma xüsusiyyətinə malik olan sularda çox müxtəlif bakterial formalar yaranır. Bir sıra mikroorqanizmlər sellülozanı, kraxmal, lipidi yaxud

proteini parçalayır. Digər mikroorqanizmlər isə bu maddələrin parçalanma məhsullarından istifadə edirlər.

Suda və suyun dibindəki lildə çoxlu növ anaerob bakteriyalar yaşayırlar ki, onlar da mühiti bərpa edirlər. Bu proses məsələn, karbohidrogenlərin parçalanması nəticəsində metanın yaranması ilə müşahidə olunur. Su mühitində oksigenin miqdarının çox az olması və yaxud tamamilə olmaması şəraitində sulfat bakteriyalara rast gəlinir. Bunların fəaliyyəti nəticəsində sulfatlar kükürdlü birləşmələrə kimi bərpa olunaraq, xüsusi qoxusu olan kükürdlü hidrogen sulfid əmələ gəlir. Göstərilən mikroorqanizmlər kükürdlü dəmirin yaranmasına şərait yaradırlar, ona görə də belə mühidə lil və palçıq qara rəngli olur.

Suda həll olmuş oksigenin konsentrasiyası iki əsas istiqamətə yönəlmiş proseslərin funksiyası kimi çıxış edir. Bu proseslərdən biri OBT (oksigena bioloji tələbat), digəri isə suya daxil olan oksigendir. Qeyd etmək lazımdır ki, ancaq sonuncu prosesdən sonra suyun normal oksigen rejimini bərpa etmək üçün avtofrof bakteriyalar fəaliyyətə başlayırlar.

Oksigenin konsentrsiyası artıb müəyyən həddə çatdıqda suda nitratlaşdırıcı bakteriyalar yaranır, bunlar da ammonnyakı nitratlara çevirir. Bu reaksiya aşağıdakı şəkildə gedir:



Sular üzvi maddələrlə çirkləndikdə oksigenin miqdarı kəskin aşağı düşdüyündən suda su yosunları olmur. Lakin, müşahidə olunmuşdur ki, suda oksigenin miqdarı tədricən artdıqca, su yosunları yenidən inkişaf etməyə başlayır.

Çirkləndirici üzvi maddələrdən və yaxud yuyucu tozların həll olmuş hissəciklərindən destrukturlar tərəfindən nitrat və fosfatlar alınması nəticəsində avtotrof bakteriyalar yaranır. Həmçinin müəyyən olunmuşdur ki, su yosunları suya çirkləndirici maddələrin daxil olduğu yerdən müəyyən

məsafədə yetişirlər. Bu yerlərdə ətraf mühitə yaxşı uyğunlaşmış göy-yaşıl su yosunlarının müxtəlif növləri bitir (*Oscillatoria*, *Phormidin*).

Öz - özünü təmizləmə prosesi başa çatdıqdan və başlanğıc şərtlər yenidən öz normal həyat vəziyyətinə keçdikdə, təmiz sular üçün xarakterik olan fitosenoz fəaliyyətə başlayır.

Vurmen ekosistem öz - özünü təmizləmək xüsusiyyətini ölçmək üçün aşağıdakı tənlikdən təyin olunan özünü təmizləmə əmsalından istifadə etməyi təklif etmişdir (*Se*)

$$S_e = \frac{S_m}{g} = \frac{Q(C_0 - C_u)}{t(g'Pv + g''Q)}, \quad (4.4)$$

burada S_m -özünü təmizləmə göstəricisidir, mol^{-1} ilə ölçülür; Q -su sərfi, m^3/san , C_0 və C_u -suya tökülən yerdə və öz-özünə təmizlənmənin başa çatdıqda yerdəki üzvi maddələrin konsentrasiyası, t -öz-özünə təmizləməyə sərf olunan zaman, g - ümumi biokütlə, g' - bentosun biokütləsi, q/m^3 , g'' -asılı hissəciklərin kütləsi, q/m^3 , P -profilin eninə kəsiyinin uzunluğu, m -lə və v - axının sürəti, m/san .

Qeyd etmək lazımdır ki, şirin suda zoosenozlar çirklənmiş zonada yaşaya bilmirlər. Digər tərəfdən bu ekosistemlərdə suda dəyişikliyə öyrəşmiş bir sıra növlərə də rast gəlmək olur.

4.6.2. Suların kimyəvi birləşmələrlə çirklənməsi

Karbohidrogenlər

“Tori-Kanyon” tankeri qəzaya uğrayana qədər suların karbohidrogenlərlə çirklənməsi ətraf mühitə göstərdiyi təsir az tədqiq edimiş sahə hesab olunurdu. Burada mazutun dəniz quşlarına təsiri istisna olunur. Çünki bu sahə bir çox mütəxəssislər tərəfindən ətraflı tədqiq olunub.

Qəzadan sonra okeanda aparılan tədqiqat nəticələri göstərdi ki, suların karbohidrogenlərlə çirklənməsi planktonlara

ciddi zərər yetirib. Toplanmış məlumatlara görə çirklənmədən sonra sardina balığının kürüsünün 90% məhv olmuşdur. Sahilyanı çirklənmə zonalarında molyuskalar, xərçəngə bənzərələr və sahilyanı balıqlar tamamilə məhv oldular.

Dəniz sularının neft və neft məhsulları ilə çirklənməsindən ən çox zərər çəkəni şübhəsiz quşlardır. Durnalar, ördəklər və digər su quşları neft təbəqsinin üzərinə qonduqda tük və lələklər neftə bulanır. Beləliklə, quşların suda müqaviməti zəifləyir. Mazuta bulaşan quşların bədən temperaturu kəskin aşağı düşdüyündən məhv olurlar.

Hal - hazırda Xəzər dənizinin bir çox sahələri neft məhsulları ilə ciddi çirklənməyə məruz qaldığından quşların kütləvi surətdə qırılmasına və onların qışlama yerlərinin tədricən məhv olmasına gətirib çıxarmışdır.

Suyun səthinə düşən neft məhsullarının yüngül fraksiyaları buxarlandıqdan sonra, dənizdə qalan neft biodeqradasiyaya məruz qalır. Xam neftin tərkibinə daxil olan karbohidrogenlərin müxtəlif növləri aerob və göbələklər tərəfindən parçalanırlar. Göstərilən mikroflora nefti tərkib hissələrinə ayırır, onların zəhərlik dərəcəsi hələ tədqiq olunmayıb.

Baktereoloji təsir prosesi bir neçə həftə, yaxud bir neçə ay davam edə bilər. Sonra parçalanmadan qalan məhsullar diametri 0,1- dən 10 sm-ə kimi olub düzgün formaya malik olmayan bitumlar yaranır və dəmir üzərində hərəkət edərək uzaq məsafələr qət edirlər. Üst tərəfdən onlar aerob bakteriyalarla örtülərək bir növ bozumtul rəng alırlar. Bu bakteriyalar isə öz növbəsində bir saat müddətində 1 sm³ həcmdə suyun tərkibindəki karbohidrogenləri 12,5 mm³/(saat-sm³) sürəti ilə parçalayırlar.

Hal - hazırda demək olar ki, dünya okeanının hər yerində neftin bioloji parçalanmasının işlərinə rast gəlmək mümkündür.

Bir sıra tədqiqatçıların (Morris, 1981) hesablamalarına görə Atlantik okeanında bitum hissəciklərinin miqdarı orta

hesabla 1 mq/m², Aralıq dənizində isə bu qiymət 20 mq/m² təşkil edir.

Bir sıra ağgöz balıqlar (məsələn, skumbriya) bu bitum hissəciklərini udur. Beləliklə, neftin balıq vasitəsi ilə insan orqanizminə düşmə ehtimalı həmişə mövcuddur.

Neftin istənilən kimyəvi üsulları ilə zərərsizləşdirilməsi daha ağır nəticələr verdiyindən bu üsulın tətbiqi ümumiyyətlə qadağan edilməlidir.

Pestisidlər

Su hövzələrinin pestisidlərlə çirklənməsi, şirin və sahil sularında biosenozlara ciddi surətdə mənfi təsir göstərir.

Müəyyən olunmuşdur ki, həşəratlara və yoluxucu xəstəlik daşıyıcılarına qarşı tətbiq olunan xlorüzvi birləşmələr şirin suda yaşayan onurğasızlar və sahil zonalarında olan bütün canlılar üçün əsl fəlakət törədir.

Ağcaqanadların məhvi üçün tətbiq edilən pestisidlərin təsiri nəticəsində biosenozda baş verən dəyişilmələr
(Love, 1984)

Cədvəl 4.8

Pestisidlərin adları	MK_{50}^* ilə 96 saat təmasdan sonra, (mln ⁻¹)	MK_{50}^* ilə 48 saat təmasdan sonra, (mln ⁻¹)		48 saat ərzində fita-planktonun məhsuldarlığının azalması, %	Ağcaqanadları məhv etmək üçün konsentrasiya, mln ⁻¹
	istridya	krivetka	balıqlar		
DDT	$7 \cdot 10^{-3}$	10^{-3}	$6 \cdot 10^{-4}$	77	$3 \cdot 10^{-2}$
Eldrin	$5 \cdot 10^{-3}$	-	$5,5 \cdot 10^{-3}$	-	-
Xlordan	$7 \cdot 10^{-3}$	$4,4 \cdot 10^{-3}$	$5,5 \cdot 10^{-3}$	94	$2 \cdot 10^{-2}$
Qeptaxlor	$2,7 \cdot 10^{-2}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-3}$	95	$6 \cdot 10^{-2}$
Dieldrin	$3 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$7,1 \cdot 10^{-3}$	85	$3 \cdot 10^{-2}$
Lindan	0,45	$4 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-2}$	29	$6 \cdot 10^{-2}$

Qeyd. Göstərilən kəmiyyətin izahı və hesablanma üsulu növbəti paraqrafta (bölmədə) veriləcək.

Cəd. 4.8 Florida ştatında ağcaqanadları məhv etmək üçün tətbiq olunan müxtəlif pestisidlərin dənizin faunasına və məhsuldarlığına necə təsir etməsinin əyani şəkildə nümayiş etdirir.

Dənizdə yaşayan bir çox onurğalılar və onurğasızlar pestisidləri özlərində toplamaq qabiliyyətinə malikdirlər. Bunun nəticəsində isə zəhərli maddələr bu heyvanlarla qidalanan digər canlılara, o cümlədən insanlara ötürülür.

Civə

Müasir texnologiyanın ətraf mühitə məhvedici təsiri özünü civənin təmsalında daha qabarıq şəkildə göstərir.

Bu elementin təsirindən ətraf mühitin çirklənməsi haqqında oxucuda tam təəvvür yaranması üçün qısa şəkildə olsa da civənin təbii mühitdə dövranın nəzərdən keçirək.

Civənin biokimyəvi dövrəni əsasən çöküntü xarakteri daşısa da o atmosfer litosfer və hidrosfer arasında da təsir göstərir. Biosferada bu metalın iki mənbəyi mövcuddur. Bunlardan biri vulkanik fəaliyyət, digəri isə su eroziyasıdır. Vulkan püskürməsindən yer üzərinə çıxan süxurların qələviləşməsi nəticəsində civənin bir hissəsi çaylar vasitəsi ilə okeanlara daşır.

Normal şəraitdə çirklənməyə məruz qalmamış atmosferdə civənin konsentrasiyası olduqca aşağıdır. Qaz fazasında onun konsentrasiyası $0,002 \text{ milyard}^{-1}$ kontinental və okean sularında isə konsentrasiyası 1 milyard^{-1} təşkil edir.

Civənin bir sıra törəmələri dimetil civə - $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$ və metil civə CH_3Hg bioparçalanmaya qarşı olduqca davamlı olduqlarından, civə canlı orqanizmlərdə toplanma xüsusiyyətinə malikdir. Bir sıra su yosunlarının hüceyrələrində topladığı civənin miqdarı, suyun tərkibində olan civənin miqdarından yüz dəfələrlə çox olur. Bu xüsusiyyət bir sıra balıqlara da aiddir. Məsələn, çirklənmə mərkəzlərindən çox-çox uzaqlarda bəzi balıqlarda civənin konsentrasiyası 120 milyard^{-1} olmuşdur.

Civənin orqanizmə əsas təsiri özünü mərkəzi sinir sisteminin pozuntular ilə müşahidə olunmasında göstərir. Bunlardan görmənin məhdudlaşması, eşitmənin pisləşməsi, danışığın çətinləşməsi, əl və ayağın əsməsi, yaddaşın korlanması və s. xarakteristik xüsusiyyətlər hesab olunur. Göstərilən simptomlar Minimat adlanan xəstəlikdə müşahidə edilir. Müşahidə nəticələri göstərir ki, bu xəstəlik əsasən balıq və digər dəniz məhsulları ilə qidalanan insanlar arasında qeydə alınmışdır. Rəsmi olaraq qeydə alınmış 116 nəfər belə xəstədən, 43-ü ölümə nəticələnmiş, sağ qalanlarda isə yuxarıda göstərdiyimiz fəsadlar qalmışdır.

Ətraf mühitin civə ilə çirklənməsinin bütün ekoloji nəticələri bir növ həyacan signalı olmalıdır. Dəniz və okeanların bu zəhərli maddə ilə çirklənməsinin qarşısının alınması üçün təxirasalınmaz tədbirlər həyata keçirilməlidir.

4.6.3. Əsas kimyəvi çirkləndiricilərin zərərliklik xüsusiyyətləri

Müəyyən olunmuşdur ki, fitoplanktonların və mikrofitlərin suyun çirklənməsinə reaksiyası müxtəlif olur. Məsələn, mis duzu və xrom turşusunun konsentrasiyası 1 milyon^{-1} olduqda bütün su yosunları məhv olur. Pestisidlərin hamısı fitaplanktonlar üçün olduqca zəhərli hesab olunur.

Suyun tərkibində lindanın konsentrasiyası 1 milyon^{-1} olduğu təqdirdə həmin suda olan fitaplanktonun məhsuldarlığı 4 saat ərzində 29%, DDT birləşmələri olduqda 77%, xlordan olduqda isə 95% azalır.

Sintetik yuyucu məmulatları da su mikroflorası üçün olduqca zərərliyə. Suyun tərkibində olan çirkləndiricilərin təsirindən aerob bakteriyaların funksiyalarını tormozladığından, axıntı sularının emal edilib təmizlənməsində əlavə çətinliklər meydana çıxır. Belə ki, təmizləmədən sonra belə konsentrasiyanın qiyməti böyük olduğundan axıntı suları tökülən hövzədə bakteriyaların həyat fəaliyyətini poza bilir.

Suyun zəhərləndirici indeksi t aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$t = \frac{1}{100n},$$

burada n zamandır (dəqiqələrdir) və konkret canlı orqanizmin zəhərlənmiş suda yaşama müddətidir.

Şirin suda və dənizdə yaşayan heyvanlar üçün zəhərlənməni kəmiyyətə qiymətləndirmək üçün məhvedici konsentrasiyası (MK_{50} , MK_{100}) və məhvedici zaman (MZ_{50} , MZ_{100}) parametrlərindən istifadə olunur.

Məhvedici konsentrasiya dedikdə, zəhərləyici maddələrin konsentrasiyasının hansı qiymətində, müəyyən zaman müddəti ərzində (24 saat və ya digər müəyyən zaman ərzində) suda yaşayan növlərin 50 və ya 100% məhvi başa düşülür.

Məhvedici zaman dedikdə isə bütün növlərin məhvi üçün zəhərli maddələrin müəyyən konsentrasiyasında lazım olan zaman müddəti başa düşülür (cədv. 4.9).

Bəzi zəhərləyici maddələrin suda buraxıla bilən konsentrasiyası və müxtəlif balıqların 100 % məhvi üçün lazım olan minimal konsentrasiyalar (Furarı, 1962)

Cədvəl 4.9

Maddələr	Buraxıla bilən konsentrasiya	MK_{100} , milyon ⁻¹
HCl	75	200
HNO ₃	200	750
H ₂ SO ₄ (sellüoz-kağız kombinatı)	0,5	1
NH ₄ OH	13	25
CuSO ₄	50	100
Fenol	1	10
Kalium-xlorid	0,1	0,5
Yuyucu tozlar	0,4	8,5

4.6.4. İstilik çirklənmələrinin ekoloji nəticələri

4.6.4.1. İstilik çirklənmələrin suyun temperaturuna təsiri

İstilik çirklənmələrinin, su hövzələrinə bilavasitə təsiri, suyun temperaturunun artımında özünü göstərir.

Bir çox inkişaf etmiş ölkələrdə göstərilən problem artıq 20-ci əsrin 60-cı illərindən mövcud idi. Göstərilən dövrdə su axınlarının temperatur fərqi (ΔT) artıq 6-9°C təşkil edirdi. Suyun temperaturunun 5°C-dən artıq yüksəldilməsinin əsas səbəbi istilik stansiyalarında yanacaq yandırılmasıdır.

Sahilyanı dəniz suları da bu və ya digər amillərin təsirindən temperatur çirklənmələrinə məruz qalır. Məsələn, hesablanmışdır ki, gücü 5000 MVt olan bir neçə istilik stansiya qalınlığı 5 m və həcmi $6,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ olan suyun temperaturunu 3°C qaldıra bilər.

Təbii mühitdə elə amillər mövcuddur ki, bunların bəziləri temperaturun su mühitində səpələnməsinə kömək göstərdiyi halda, digərləri bu prosesin gedişinə mane olur. Burada söhbət dinamik proseslərdən gedir. Bunlardan konveksiya və termiki diffuziya xüsusi qeyd olunmalıdır. Termiki diffuziya dedikdə, məsələn adi dəniz suyu ilə temperaturu yüksək olan sular arası və okean ilə atmosfer arasında temperatur mübadiləsi başa düşülür.

Dənizdəki axınlar və su səthindəki dalğalanmalar temperaturun səpələnməsinə kömək göstərən amillər hesab olunurlar.

Hesablamalar əsasında müəyyən olunmuşdur ki, gücü 10KVt olan stansiya 30km² akvatoriyada suyun temperaturunu 0,5°C, 5 km² akvatoriyada isə 3°C artırır.

Lakin qeyd olunmalıdır ki, hesablamalarda istilik proseslərinə təsir göstərən bütün amillərin nəzərə alınması təcrübi nöqteyi nəzərdən qeyri-mümkün olduğundan göstərilən hesablama nəticələri o qədər də etibarlı hesab olunmur.

Nəzərə alınmayan amillərdən biri suların termiki stratifikasiyasıdır. Stratifikasiya isti və soyuq suların normal

qarışmasına və beləliklə temperaturun səpələnməsinə mane olur. Müəyyən olunmuşdur ki, vertikal temperatur qradienti nə qədər çox olarsa, temperaturun səpələnmə prosesi daha ləng gedir. Bunun nəticəsində sıxlığı və özlülüyü bir-birindən fərqlənən iki su qatı alınır.

İstilik infraqırmızı diapazonda aparılan acrofotoçəkiliş nəticələri göstərir ki, temperatur stratifikasiyası nəticəsində kvazieynicinsli su kütləsinin formalaşmasına şərait yaradır. Belə xüsusiyyətə malik su kütlələri elektrik stansiyalarından çox uzaq məsafələrdə müşahidə olunur.

Stratifikasiya nəticəsində suyun səthinin temperaturu xeyli yüksəlir ki, bu da biosenozlar üçün ciddi təhlükə mənbəyi hesab olunur.

4.6.4.2. Suda həll olmuş oksigenin miqdarının təsiri

Suyun temperaturunun artması onun tərkibində olan həll olmuş oksigenin miqdarının azalmasına səbəb olur. Doğrudan da mayenin temperaturu artdıqca qazın mayədə, o cümlədən suda həllolma imkanı pisləşir. Biz yuxarıda suyun temperaturunun 0-dan 30°C-ə kimi dəyişdikdə həll olmuş oksigenin necə dəyişməsinə göstərmişik. Həmin cədvəldən görünür ki, eyni temperaturda dəniz suyunda həll olmuş oksigenin miqdarını təyin etmək üçün aşağıdakı empirik düsturdan istifadə olunur

$$[O_2 \text{ həll olmuş}] = \frac{80}{0,2t - 7,1}$$

burada $[O_2\text{-həll olmuş}]$ oksigenin mq/l-lə miqdarı; t - Selsi ilə temperaturun qiymətidir. Bu ifadədən görünür ki, 20°C temperaturda oksigenin itkisi təqribən 2% təşkil edir.

Suda baş verən digər proseslərdə oksigenin azalmasına səbəb ola bilər. Bunlardan biri və əsası suyun tərkibində qıcqırma prosesinə məruz qalan üzvi birləşmələrdir. Üzvi birləşmələr isə ən çox məişət axıntı sularında, yeyinti

sənayesində istifadə olunmuş sular və sair. Bu növ çirklənmədə suda olan oksigen aerob bakteriyalar tərəfindən udulur ki, onların da fəaliyyəti yüksək temperaturalarda daha aktiv olur.

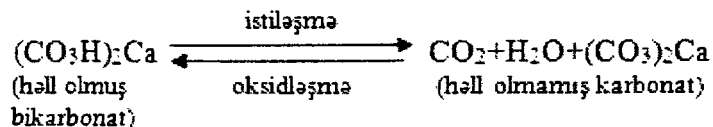
4.6.4.3. Digər qazlara təsiri

İstilik çirklənmələri həmçinin suyun tərkibində olan azotun və karbon qazının azalmasına səbəb olur.

Şirin sularda CO_2 -nin azalması daha tez hiss olunur, nəinki dəniz sularında. Doğrudan da zəif qələviləşmiş dəniz suyu ($pH = 8,3$) və onun buferlik xüsusiyyəti suyun tərkibində olan biokarbonatların həll olunmasına və nəticədə biokarbonat ionların tutulmasına şərait yaradır.

Suda həll olmuş azotun əhəmiyyətli bioloji rolu olmasa da (azot qazı ancaq nitratlaşdırıcı bakteriyalar tərəfindən mənimsənilir) onun miqdarının dəniz suyunda azalması dəniz faunası üçün ciddi nəticələr verə bilər.

Temperaturun artması suda kalsium ionlarının miqdarına təsir göstərir. Reaksiya dönrə xarakter daşıyır və aşağıda göstərilirdiyi kimi gedir



Qeyd olunmalıdır ki, suyun temperaturunun çox yüksəlməsi Ca^{++} ionlarının konsentrasiyasının azalmasına gətirib çıxarır ki, bu da nəticədə sümüklü balıqların sümük sistemində pozuntular yaradır.

4.6.4.4. İstilik çirklənmələrinin biosenozlara təsiri

Temperaturla çirklənən ekosistemlərdə növlərin metabolizmi xeyli dəyişkənliyə məruz qalır. Suyun temperaturunun artması biosenozda hüceyrənin aktivliyini artırır və beləliklə də nəfəs alma rejimi intensivləşir. Aşağıdakı cədvəldə şirin suda yaşayan bəzi bitki və heyvan aləmi üçün buraxıla bilən temperatur həddi göstərilmişdir.

Şirin suda yaşayan əsas taksonomik qruplara aid olan biosenozlar üçün buraxıla bilən temperaturun yuxarı həddi (Brock, 1975)

Cədvəl 4.10

Qrup	Temperatur, °C
Heyvanlar, sümüklər, balıqlar və digər su onurğalıları	38
Həşəratlar	45-50
Xərçəngabənzərlər	49-50
Çox sadə orqanizmlər	50
Bitkilər, mikrofitlər	45
Yosunlar	50
Göbələklər	60
Digər orqanizmlər, göy - yaşıl su yosunları	70-73
Bakteriyalar: avtotroflar	70-73
Getetroflar	99

4.7. Sulara antropogen təsirin qiymətləndirilməsi və ona nəzarət üsulları

İndiki halda suyun keyfiyyətinin arzu olunan səviyyədə saxlanılması bir sıra iqtisadi və texniki amillərin mövcud olmasından asılı olur. Çirklənmiş suların normal vəziyyətə gətirilməsi üçün tələb olunan vəsait bu proses nəticəsində əldə olunan gəlirə bərabər olduğu hallarda nəzarət prosesi effektiv hesab olunur.

Hal-hazırda həm elmi, həmçinin də elmi-populyar ədəbiyyatda çirkləndirici maddələrin insan sağlamlığına və ekosistemlərə təsiri haqqında çoxlu məlumatlar dərc edilir. Bu

ədəbiyyatların bir hissəsində çirkləndirici amillərin təsirindən ümumiyyətlə cəmiyyətə dəyən iqtisadi zərər də bu və ya digər aspektdə qiymətləndirilir ki, bunların əsasında da ekosistemlərə maksimal təsirin funksional xüsusiyyətləri açılır. Nəzarət mexanizmini yaratmaq və onu həyata keçirmək üçün əsas şərtlərdən biri belə nəzarətin dəyəri, qiymətidir. Həyata keçiriləcək işlərin qiyməti və onun keçirildiyi zaman məlum olarsa, o vaxt ətraf mühitə təsirini strategiyasının və təsirin maksimal qiymətini, eləcə də onun həyata keçirilməsi üçün tələb olunan müddəti təyin etmək olar.

Göstərilən mexanizmin suya tətbiq olunması nisbətən başqa aspektdə həyata keçirilir, çünki bu halda tələb olunan vəsaitlə, gözlənilən gəlirin bərabər götürülməsi qeyri-realdır. Göstərilən halda əsas amil kimi buraxıla bilən çirklənmənin (yüksəlmənin) həddidir. Vaxt keçdikcə suya buraxılan çirkləndiricilərin miqdarının tədricən azalıb, "0" həddinə çatana kimi, istehsal texnologiyasının daha da mükəmməlləşdirilməsi həyata keçirilməlidir.

Proqram ona əsaslanmalıdır ki, suya axıdılan hər bir tullantı onun təbii təmizliyini azaltdığı üçün, çirkləndirici maddələrin miqdarı mümkün qədər azaldılsın.

Çoxsaylı təcrübələr əsasında müəyyən olunmuşdur ki, hər bir müxtəlif konkret proseslər üçün eyni bir sistemin tətbiq olunması nəzarətin lazımı səviyyəsini təmin etmək imkanı vermir. Buna görə əsas müşahidə kimi su hövzəsinə hansı tələbatların qoyulması müəyyən olunmalıdır. Əgər təmizləmə nəticəsində su, həmin hövzə üçün müəyyən olunmuş tələbatlara (standarta görə) cavab vermirsə, o zaman daha yüksək səviyyəli nəzarət və daha mükəmməl texnologiyanın tələb olunması qarşıya qoyulur.

Əgər iqtisadi və texniki nöqteyi nəzərdən qarşıya qoyulan məsələnin həlli mümkün olursa, o zaman nisbətən aşağı standartlara keçmək zərurəti yaranır. Lakin imkan daxilində

mümkün qədər yüksək səviyyəsi müəyyənəşdirilməli və ona uyğun texnologiya tətbiq olunmalıdır.

Sular üzrə maksimal yüklənmənin hesablanması üçün əsas iki istiqamət götürülür. Bunlardan biri, axıntı sularının tərkibini müəyyənəşdirən lazımi göstərişverici sənədlərin olması, ikincisi isə tətbiq olunan texnologiyadan asılı olaraq suyun keyfiyyət standartının müəyyən edilməsidir.

Göstərişverici sənədlərin əsas ideyası ona əsaslanmalıdır ki, müəyyən sahəli müəssisələrin tipindən və ölçüsündən asılı olaraq buraxılan çirkləndirici maddələrin miqdarı ekvivalentlik əsasında təyin olunmalıdır. İstehsal sahələrinin çoxcəhətliyi ilə əlaqədar olaraq müəssisələri onların ölçülərinə, yaşına, istehsal prosesinin xüsusiyyətinə, alınan məhsula, tətbiq edilən təmizləyici qurğuların texnologiyasına, energetik tələbatına və nəhayət qiymətinə görə yarımqruplara bölmək olar.

Hər bir yarımqrup üzrə axıntı sularının miqdarı, yaxşı göstəricilərə malik olan müəssisələrin məlum xarakteristikalarına uyğun olaraq müəyyənəşdirilir. Göstərilən yarımqrup üçün başlıca amil axıntı sularının məhdudluğunu müəyyənəşdirən - təmizləməyə sərf olunan vəsaitlə əldə olunan gəlirin müqayisəsidir. Bu iki kəmiyyət arasındakı fərq nə qədər az olarsa, tətbiq olunan sistem bir o qədər effektiv hesab olunur.

Axıntı sularının təmizlənməsi adətən bir neçə mərhələdə həyata keçirilir. Mərhələlərin sayı çoxaldıqca, suyun təmizlik dərəcəsi artır. Lakin ona sərf olunan vəsait artdığına görə təmizləməni müəyyən həddə (buraxıla bilən) kimi həyata keçirmək məqsədəuyğundur. Aşağıda cədvəl 4.11-də mərhələlərin sayı ilə digər göstəricilər arasında əlaqə cədvəli verilmişdir.

Mərhələlərin sayı ilə müxtəlif göstəricilər arasında əlaqə

Cədvəl 4.11

Mərhələlər	Nisbi qiymət	Suda karbohidrogenlərin miqdarı, mq/l	Təmizlənmə, %
Təmizlənməyən axıntılar	0,00	300	0
Birinci təmizləmə	0,50	180	60
Effektiv təmizləmə	1,00	45	85
Yüksək effektiv təmizləmə	1,3	20	92
İki növbəli nitrətləşmə	1,75	23	98
Axıntının dərin emalı	2,25	-	99

Cədvəldən görünür ki, effektiv təmizləmə mərhələsindən sonra təmizləmə xərcləri kəskin artır.

Göstərilən səbəb üzündən yeni, daha effektiv texnologiyanın tətbiq olunması iqtisadi cəhətdən əlverişlidir. Bu texnologiyanın əsas parametrləri aşağıdakı cədvəldə (cədv. 4.12)-də göstərilir.

Yüksək effektiv texnologiyanın əsas parametrləri

Cədvəl 4.12

Parametrlər	Ölçü vahidi	Orta aylıq qiyməti	Orta həftəlik qiyməti
Oksigenə olan biokimyəvi tələbat	mq/l	30	45
Asılı bərk hissəciklər	mq/l	30	45
Bağırsaq bakteriyaları	Hər 1000 ml-ə düşən sayı	200	400
pH	vahid	6-9 həddində	

Çirkləndirici maddələrin ayrılma səviyyəsi müxtəlif istehsal sahələrində müxtəlifdir. Aşağıdakı cədvəldə (cədv. 4.13) qabaqcıl inkişaf etmiş ölkələrdə altı müxtəlif sənaye

sahəsində ən yaxşı göstərici nəticələr verilmişdir. İstehsal texnologiyasının bəzi istehsal sahələrində çox yüksək dərəcəli buraxıla bilən təbii fon tərəfində olur.

Suyun keyfiyyətinə nəzarət etmək üçün onun dövlət tərəfindən müəyyənləşdirilmiş standart keyfiyyət göstəriciləri olmalıdır. Keyfiyyət göstəriciləri hər bir ölkənin iqtisadi vəziyyətindən, sənaye texnologiyasının səviyyəsindən və ölkənin yerləşdiyi coğrafi şəraitindən asılıdır.

Sənaye üçün əldə olunmuş yüksək texnologiya

Cədvəl 4.13

Sənaye sahələri	Müəssisələrin sayı	Sənaye sularının təmizləmə faizi		Çirkənlənmənin nəzarət olunan digər parametrləri
		OBT	Asılı hissəciklər	
Sement	166	-	84-100	pH, temperatur
Ət sənayesi	1200-4800	80-99	97-99	pH, temperatur, oksigenə olan kimyəvi tələbat (OKT), həll olmuş maddələrin, fosfor, azot, yağ, neft məhsulları
Rezın sənayesi	92	-	80	OKT, neft məhsulları
Mal-qara üçün yem	3500	100	100	OKT, xloridlər, azot, fosfor, bağırsaq bakteriyaları
Hamar şüşə istehsalı	47	-	75-100	Yağlar, OKT, pH, fosfor, temperatur
Şüşə liflər istehsalı	19	100	100	Fenollar, OKT, neft məhsulları, pH, temperatur, ammonyak

Aşağıdakı cədvəldə (cə. 4.14) ABŞ üçün müəyyən olunmuş keyfiyyət göstəricilərinin təsnifatı verilmişdir.

Sudan istifadəyə görə onun keyfiyyət göstəricilərinin təsnifatı

Sudan istifadənin təsnifatı	Mikro-bioloji hədd	Həll olmuş oksigen	Temperatur	Hydrogen ionları	Həll olmuş bərk maddələr	Qoxu və dadverici maddələr	Həll olmuş qaz	Suyun rəngini və şəffaflığını dəyişən maddələr
A sinfi "Təhlükəsizlik" su idarəetmə qanunvericiliyi ilə tənzimlənən su idarəetmə sistemində istifadə olunan suyun təmizliyi	Hər 100 ml suda olan bakteriyaların sayı 200-dən çox olmamalıdır	Hər 100 ml 5 mq/l-dən az olmamalıdır	Maksimum 50 °C B sinfinin səviyyəsində yəni 6,5-8,5 arasında dəyişir	pH göstəricisi 6,5-8,5 arasında dəyişir	500 mq/l-dən artıq olmamalıdır	Su ilə təmasda olduqda miqdarı zərərli olmamalıdır	B sinfi suyunun təmizliyi	Sekki diski minimum 1 m dərinlikdə götürülmüşdür
B sinfi su hövzələrində flora və faunanın normal həyat tərzini təmin edən şərait. Su ilə təmasda olma qanunvericiliyi ilə tənzimlənən su idarəetmə sistemində istifadə olunan suyun təmizliyi	Hər 100 ml suda olan bakteriyaların sayı 10000-dən çox olmamalıdır	Hər 100 ml 5 mq/l-dən az olmamalıdır	Maksimum 30 °C B sinfinin səviyyəsində yəni 6,5-8,5 arasında dəyişir	pH göstəricisi 6,5-8,5 arasında dəyişir	500 mq/l-dən artıq olmamalıdır	Su ilə təmasda olduqda miqdarı zərərli olmamalıdır	B sinfi suyunun təmizliyi	Sekki diski minimum 1 m dərinlikdə götürülmüşdür

4.8. Suyun keyfiyyətinin analizi

Suyun keyfiyyət standartlarının pozulmasının əsas səbəbi ayrı-ayrı nöqtələrdən çirkləndirici suların sistemə daxil olmasıdır. Buna nəzarət etmək üçün hal-hazırda mükəmməl sistemlər işlənilib hazırlanmışdır. Bir çox inkişaf etmiş ölkələrdə suyun keyfiyyətinə nəzarət bu səpgidə həyata keçirilir. Axın üzrə müxtəlif yerlərdə su nümunələri götürülməklə çirkləndirici mənbələrin müəyyənləşdirilməsi ilə yanaşı, çirkləndirici maddələrin tərkibi də təyin olunur.

Suyun standart keyfiyyətinin müəyyənləşdirilməsinə dəlalət edən hər bir parametr ciddi surətdə analiz olunmalıdır. Parametrlərin analiz olunma prosesinin gedışı şək. 4.2-də göstərilmişdir. Suyun keyfiyyətinə təsir göstərən hər bir çirklənmə mənbəyi təyin olunmalıdır.

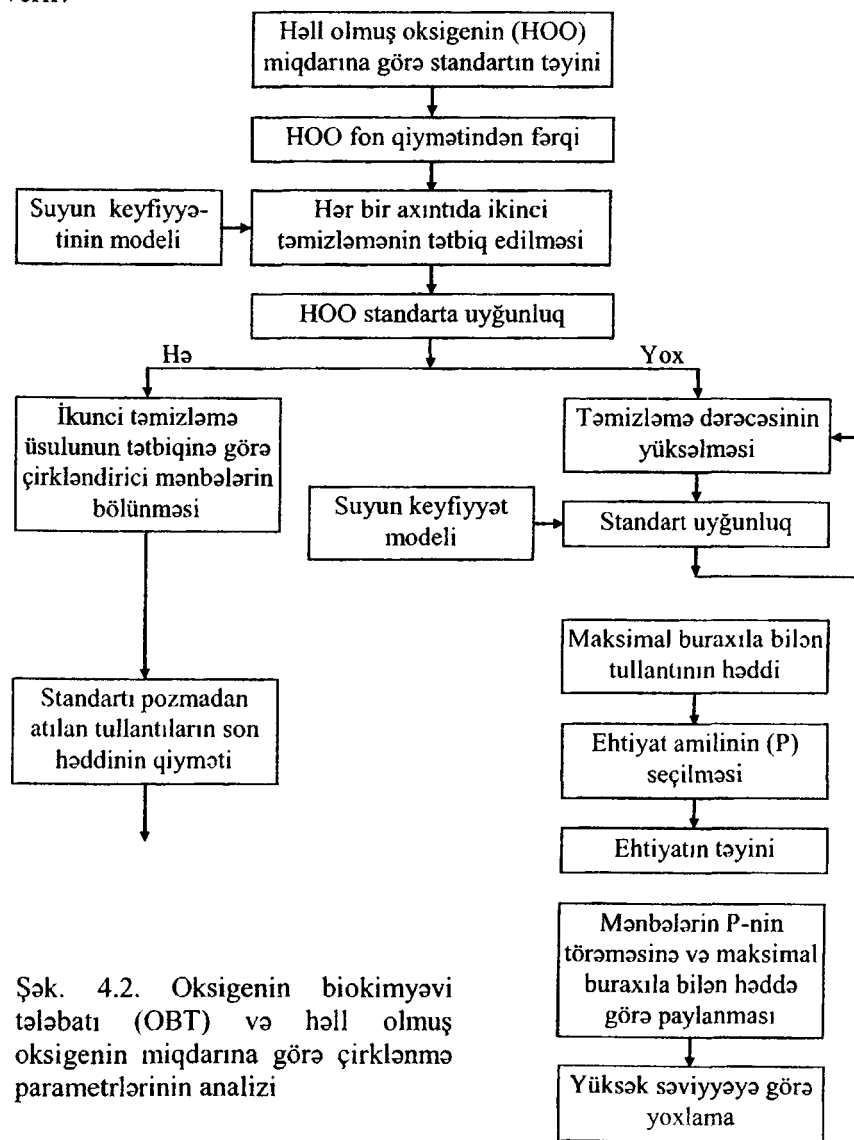
Suyun tam təmizlənməsinə nəzarət prosesi elə həyata keçirilməlidir ki, keyfiyyət üzrə bütün parametrlər normal səviyyədə olsun və mövcud standartlara cavab versin.

Şəkildən görünür ki, təklif olunan modelləşmə prinsipinin əsasını müəyyən zaman müddətində (məsələn, gün ərzində) suya daxil olan çirkləndiricilərin ümumi miqdarının təyin olunması və effektiv təmizləmə üsulunun seçilməsi təşkil edir.

Göstərilən üsul imkan verir ki, axın şəraitinin, temperaturun, çirkləndirici maddələrin miqdarının dəyişməsindən asılı olaraq suyun keyfiyyəti haqqında qabaqcadan məlumat verməklə yanaşı çirklənmənin axın üzrə paylanmasını və azaldığını hesablamaq mümkün olsun.

Ümumiyyətlə, istənilən model əsasında suyun keyfiyyəti haqqında proqnozun verilməsi tam real vəziyyəti əks etdirmir. Ona görə ki, istənilən modeldə müəyyən fərziyyələrə yol verilir ki, bu da həmişə özünü doğrultmur. Suyun keyfiyyətinə çox yüksək tələbatın qoyulması tətbiq olunan təmizləyici sistemlərə qarşı tələbat artdığından sistemin qiyməti yüksəlir. Bu isə hər bir müəssisənin imkanı daxilində olmur. Ona görə də müxtəlif sistemləri tələbatdan asılı olaraq mürəkkəblilik dərəcəsinə görə

sistemləşdirib analiz olunması belə də daha səmərəli nəticələr verir.



Şək. 4.2. Oksigenin biokimyəvi tələbatı (OBT) və həll olmuş oksigenin miqdarına görə çirklənmə parametrlərinin analizi

Cədvəl 4.15-də tətbiq olunan sistemin mürəkkəblilik dərəcəsindən asılı olaraq hər hansı bir üsulun seçilməsi ardıcılığı göstərilmişdir. Hər bir mürəkkəblilik səviyyəsinə uyğun olaraq dəyişən xarakteristikalar verilmişdir. Keyfiyyəti qiymətləndirmək üçün əsasən dörd mülahizələrdən istifadə olunur.

Üsulların seçilmə mülahizələri

Cədvəl 4.15

Modelin tipi	Suyun keyfiyyəti və ona uyğun parametrlər	Su hövzələri	Planlaşdırmanın xarakteri	Problemin öyrənilməsi üçün tələb olunan vaxt
A-modeli Sadələşdirilmiş analiz	HO-həll olmuş oksigen, karbon qazı və azot	Eyni ölçülü axınlar	a) Ətraf mühitin az korlanması b) Tənzimləmənin başqa üsulları yoxdur	Bir neçə gün-dən bir neçə həftəyə kimi
B-modeli Stasionar yaxınlaşma xətti kinetika	a) HO-karbon qa-zı, azot temperaturu, uzun məsafəli mənbə	Eyni və ya iki ölçülü axınlar	a) Ətraf mühitin və suyun keyfiyyətinin müəyyən hədd daxilində korlanması və gözlənilən zərər	2 aydan 9 aya kimi
	b) Suyun keyfiyyəti ilə bağlı mövcud və gözlənilən problemlər		b) Müxtəlif strateji üsullar və nəzarət metodları işlənilib hazırlanmalıdır	
C-modeli Keçid proseslərinin xətti kinetik analizi	a) HO kəmiyyətə qiyməti zamandan, mənbəyin uzunluğundan və temperatur-	Çaylar, göllər. Bir və iki ölçülü	a) Ətraf mühitin korlanma ehtimalının və maddi zərərin artması b) Alternativ	6 aydan 24 aya kimi

	dan asılıdır		strateji və digər nəzarət üsulları işlənilib hazırlanmışdır	
D-modeli Qeyri-stasionar qeyri-xətti kinetik	a) Problemlərin ətraflı analiz b) Suyun keyfiyyətinə real problemlər	Bütün su hövzələri	Maddi zərər riski və ətraf mühitin pisləşməsi	12 aydan 36 aya kimi

A-modeli. Bu rejimdə çirkləndiricilərin sayı az olur və fərz olunur ki, çirklənmələrin miqdarı və hidroloji şərait zamandan asılı olaraq dəyişmir.

B-modeli. Stasionar yaxınlaşma kimi qəbul olunur. Bir neçə çirkləndirici mənbə olur. Burada da fərz olunur ki, çirklənmələrin miqdarı və hidroloji rejim zamandan asılı olaraq xətti dəyişir.

C-modeli. Xətti kinetik keçid prosesləri üstünlük təşkil edir. Çirkləndirici maddələrin miqdarı və hidroloji rejim zamandan asılı olaraq xətti dəyişir.

D-modeli. Çoxsaylı çirklənmə mənbələrinin olması və C-də göstərilən rejimlərin qeyri-xətti dəyişməsi. Bu zaman daxili qarışma prosesi əsas problem hesab olunur.

Modelin növü seçildikdən sonra axının sürəti və temperaturu ən əlverişsiz vəziyyətə uyğun olaraq hesablanır. Tullantıların ardıcıl olaraq artması onların buraxıla bilən həddini hər bir müəssisə üçün hesablamağa imkan verir.

Suyun keyfiyyətinə nəzarət sistemini layihələndirərkən regionun ictimai və iqtisadi xüsusiyyətlərinin nəzərə alınması vacib şərtlərdən hesab olunur. Çünki hər iki şərt nəzərə alınmadığı təqdirdə bunun mənfi sosial nəticələri ola bilər.

V FƏSİL. İONLAŞDIRICI ŞÜALANMALAR VƏ ONLARIN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

5.1. İonlaşdırıcı şüalanmanın mahiyyəti

Radioaktivlik və onun təsirindən yaranan ionlaşdırıcı şüalanma Yer kürəsində həyatın əmələ gəlməsindən çox-çox qabaq mövcud olub. Kosmik fəzada isə bu şüalanma Yerin özünün yaranmasından qabaq mövcud olub.

Radioaktivlik şüalanmanın tarixi 1896-cı ildən hesablanır. Həmin ildə Fransız alimi Anri Bekkerel fotoqrafiya lövhələrini stolun yeşiyinə qoyub onun üstündə tərkibində uran olan mineral parçası qoyur. O, lövhələri kimyəvi üsulla aydınlaşdırarkən onların üzərində hansısa şüalanmanın izini görür. O, bu şüalanmaları urana aid edir. Tezliklə bu hadisə ilə gənc alim Mariya Kuri maraqlanır. İlk dəfə «radioaktivlik» terminini elmə o gətirib. 1898-ci ildə o, və onun həyat yoldaşı Pyer Kuri müəyyən etdilər ki, uran şüalanmadan sonra müəyyən səbəblərdən qismən başqa kimyəvi elementlərə çevrilir. Bu elementlərdən birini M. Kuri öz vətəni Polşanın şərəfinə Polonium, digərini isə Radium (mənası «ışığsaçan») adlandırdı. Bu kəşflər bir növ 1895-ci ildə kəşf olunmuş Rentgen şüalarının kəşfinin ardı ilə gədən proseslər idi. Rentgen şüalanması alman fiziki Rentgen tərəfindən kəşf edilmişdir.

İngilis alimi E. Rezerford və Kuri müəyyən etdilər ki, üç cür şüalanma mövcuddur - α, β, γ . Rezerford və ingilis alimi F. Soddi göstərdilər ki, α - şüalanması kimyəvi elementin çevrilməsi ilə müşahidə olunur. Məsələn, radium radona çevrilir. 1913-cü ildə amerika alimləri K. Fayans və F. Soddi bir-birindən asılı olmayaraq α və β şüalanması nəticəsində kimyəvi elementlərin dövrü sistemində nuklidlərin yerdəyişməsinin qanunauyğunluğunu müəyyən etdilər.

1934-cü ildə fransız fizikləri U. və F. Quri süni radioaktivliyi kəşf etdilər. Onlar göstərdilər ki, süni radioaktiv elementlər nüvə reaksiyasının məhsuludur. Bunlar böyük əhəmiyyət kəsb edən hissəciklərdir. Hal-hazırda 2000-dən çox radioaktiv nuklidlər mövcuddur ki, onların 300 təbii, yerdə qalanları isə nüvə reaksiyaları nəticəsində alınmışdır. Süni şüalanma tədqiq olunarkən β şüalanmanın yeni növü – pozitron β^+ parçalanma və elektronun tutulması hadisələri kəşf edildi (İ.F. Jolio – Kuri, 1934). 1939-cu ildə şüalanma ilə (gecikən neytronların təsiri ilə) müşayiət olunan parçalanma qeydə alındı (C. Danniq, ABŞ).

Radioaktiv parçalanma üçün xarakterik olan qanunlardan biri radioaktiv nüvələrin sayının zamandan asılı olaraq azalmasıdır. Radioaktiv nüvələrin yaşama müddəti **yarımparçalanma dövrü** adlanan parametrlə xarakterizə olunur. Bu müddət ərzində radioaktiv nüvələrin sayı təqribən iki dəfə azalır.

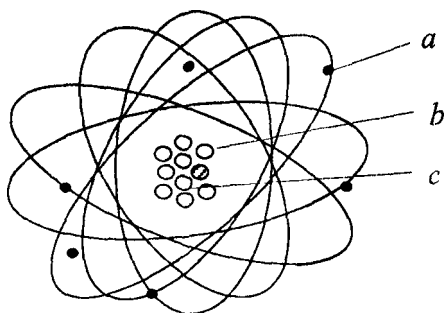
Bir çox hallarda radioaktiv parçalanmanın məhsullarının özləri də radioaktiv olurlar. Bu halda stabil nuklidlərin yaranması üçün bölünmə ardıcılığı bir neçə mərhələdən ibarət olur.

Radioaktivliyin kəşfi elm və texnikanın inkişafına çox böyük təsir göstərmişdir. Bu sahədə aparılan tədqiqat nəticələrinə görə 10-dan çox Nobel mükafatları verilmişdir. Bunlardan A. Bekkereli, P. və M. Küriləri, E. Fermi, E. Rezerfordu, F. və İ. Jolio-Küriləri, D. Xeveyini, O. Qanni, E. Makmillanı, Q. Siborqu, U. Liblini göstərmək olar.

Bu tədqiqatçılardan birinci olaraq A. Bekkerel bu şüalanmanın zərərli təsiri ilə rastlaşdı. A. Bekkerel radium olan qabı yanında gəzdirərək, nəticədə dəridə müxtəlif yanıqlar almışdır. Ehtimal olunur ki, M. Kuri qanın bədxəssəli xəstəliyindən dünyasını dəyişib. Müəyyən olunub ki, o zamanlar radioaktiv materiallarla işləyən 340-a yaxın adam şüalanma xəstəliyindən vəfat edib.

Bir qrup istedadlı tədqiqatçının əldə etdiyi çox böyük elmi axtarışların elmi təcrübə nəticəsi çox təəssüf olsun ilk növbədə atom bombasının yaradılması ilə nəticələndi. Bu bombalardan 1945-ci ildə Yaponiyaya atılması, müharibələr tarixində ən dəhşətli hadisə hesab olunur. Sonradan bu axtarışların nəticəsi kimi atom elektrik stansiyaların tikintisində əldə edilən elmi nəticələrin istifadəsi mümkün olsa da, hal-hazırda da bu sahədə aparılan əsas tədqiqatlar atom silahlarının təkmilləşdirilməsinə yönəldilib.

Məlum olduğu kimi alimlərin əsas tədqiqat obyekti atomun quruluşu olub. İndi biz bilirik ki, atom Günəş sisteminin miniatyur formasıdır, belə ki, nüvənin ətrafında orbit üzrə «planetlər» - elektronlar hərəkət edir. Nüvənin ölçüləri atomun ölçülərindən yüz min dəfə kiçik olmasına baxmayaraq, onun sıxlığı olduqca böyükdür və demək olar ki, atomun bütün kütləsi nüvədə cəmləşmişdir. Nüvə özü də bir sıra bir-birinə möhkəm surətdə birləşmiş hissəciklərdən ibarətdir (şək. 5.1).



Şəkil 5.1. Atomun quruluşu. *a* – elektron, *b* – proton, *c* – neytron

Bu hissəciklərdən bəziləri müsbət yükə malikdir və onlar proton adlanır. Protonların sayı atomun hansı kimyəvi elementə aid olmasını göstərir. Məsələn, hidrogen atomu 1, helium atomu 2, uran atomu isə 92 protona malikdir. Hər bir atomda elektronların sayı protonların sayına bərabər olur. Elektronların yükü mənfi olub protonların müsbət yükünə bərabər

olduğundan ümumilikdə atom neytral olur. Nüvədə neytral adlanan digər hissəciklər də vardır və onlar elektriki olaraq neytraldır. Eyni bir elementin atomları eyni sayda protonlar, lakin müxtəlif sayda neytronlara malik ola bilər. Atomlarında protonların sayı eyni, neytronların sayı müxtəlif olanda bu bir elementin müxtəlif növüdür - bunlara izotoplar deyilir. Bunları bir – birindən fərqləndirmək üçün elementin simvoluna (işarəsinə) verilən izotopun nüvəsindəki bütün hissəciklərin sayı göstərilir. Məsələn, uran – 238-də 92 proton və 146 neytron, uran 235-də isə 92 proton və 143 neytron vardır. Kimyəvi elementin nüvəsində olan bütün izotoplar «nuklidlər» adlanan qrup təşkil edir.

Bir sıra nuklidlər stabildirlər, belə ki, onlar xarici təsir olmadıqda heç bir dəyişikliyə uğramırlar. Nuklidlərin əksəriyyəti isə qeyri – stabildirlər, bütün dövr ərzində başqa nuklidlərə çevrilirlər. Məsələn, uran – 238 atomunun nüvəsində proton və neytronların nüvədə birləşməsi çox zəif olur. Müəyyən vaxtdan bir onun qrup şəklində 4 hissəcik ayrılır: iki proton və iki neytron (α - hissəcikləri). Bu halda nüvədə 90 proton 144 neytron qalır. Bu artıq torium – 234 elementidir. Bu nüvə də stabil deyil. Lakin bunda çevrilmə qabaqdakındakı kimi olmur, belə ki, burada bir neytron protona çevrilir və yeni element Protaktinium – 234 alınır. Bunun nüvəsində 91 proton və 143 neytron olur. Nüvədə gedən bu proseslər öz orbitlərində hərəkət edən elektronlara da təsir göstərir – onlardan biri atomdan çıxır Protaktinium da olduqca qeyri – stabildir. Onun çevrilməsinə çox kiçik zaman tələb olunur. Sonrakı çevrilmələr şüalanma ilə müşahidə olunur. Nəticə etibarı ilə bu çevrilmələr zənciri stabil nuklid olan qurğuşunda (qurğuşun – 206) qurtarır. Şübhəsiz ki, belə özü-özünə çevrilmə zəncirləri çoxdur və onlar müxtəlif kombinasiyalar təşkil edirlər (cədvəl 5.1).

Hər bir parçalanmada şüa şəklində enerji ayrılır. Demək olar ki, əgər nüvə iki proton və iki neytron buraxırsa, bu alfa (α) şüalanmasıdır, əgər elektron buraxarsa, bu β -şüalanması

adlanır. Bir çox hallarda qeyri-stabil nuklid o dərəcədə həyacanlanmış olur ki, onun özündə hissəciklər buraxmağı həyacanlandırmanı tam aradan qaldırmır. Bu halda o müyyən porsiya ilə təmiz enerji şüalandırır. Bu enerji qamma (γ) şüalanmasıdır. Buna bəzən qamma-kvant da deyilir. Rentgen şüalanmasında olduğu kimi bu şüalanmada heç bir hissəcik buraxılmır.

Nüvənin (U-238) radioaktiv parçalanması

Cədvəl 5.1.

Şüalanma növü	Nuklid	Yarımparçalanma dövrü
α	Uran-238	4,47 milyard il
β	Torium – 234	24,1 sutka
β	Protaktinium – 234	1,17 dəqiqə
α	Uran – 234	245000 il
α	Torium – 230	8000 il
α	Radium – 226	1600 il
α	Radon - 222	3,823 sutka
α	Polonium – 218	3,05 dəqiqə
β	Qurğuşun - 214	26,8 dəqiqə
β	Bismut - 214	19,7 dəqiqə
α	Polonium – 214	0,000164 saniyə
β	Qurğuşun – 210	22,3 il
β	Bismut - 210	5,01 sutka
α	Polonium – 210	138,4 sutka
	Qurğuşun – 206	Stabil

Qeyri-stabil nuklidin öz-özünə parçalanması prosesinə radioaktiv parçalanma, nuklidin özünə isə radioaktiv nuklid deyilir. Bütün radionukliklər qeyri-stabil olsalar da, onların bəziləri çox yüksək dərəcədə stabil olur. Məsələn, protaktinium çox ani müddətdə parçalandığı halda, uran-238 çox yavaş parçalanır. Əgər birincinin bütün atomlarının yarısının parçalanmasına (hər 100 atomdan 50-i) bir dəqiqədən bir az

çox vaxt tələb olunursa, uran-238 üçün bu müddət 4,47 milyard il təşkil edir.

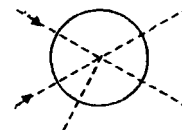
5.2. Ətraf mühitdə radioaktiv şüalanma

Müxtəlif növ şüalanmalar bir-birindən kəskin fərqlənən fiziki xüsusiyyətlərə malikdir. Rentgen və γ -şüaları yüksək enerjili elektromaqnit dalğalarıdır. β -şüaları sürəti işıq sürətinə yaxın olan elektronlar selidir. Digər tərəfdən nüvə mənşəli elementar hissəciklərin yaratdığı şüalanmalar (neytronlar, kosmik şüalar və digər nuklidlər) və nəhayət (α -şüalar) heliumun ionlaşmış atomudur.

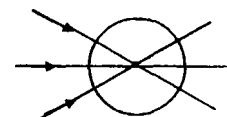
Bütün növ şüalanmalar onların elektromaqnit sahəli və yaxud yüklənmiş hissəciklərin selindən ibarət olmasına baxmayaraq onlar ümumi bir sıra qanunauyğunluqlara malikdirlər. Onlar gözlə görünmürlər, çox böyük sürətlə yayılırlar və şüalanmanın qarşısını heç bir üsulla alına bilinmir. Şüalanmanın canlı orqanizmə nüfuz etmə dərinliyi onun növündən asılı olur. Belə ki, α -şüalar nazik təbəqə tərəfindən saxlandığı halda, β -şüaları bir neçə santimetr dərinliyə nüfuz edə bilir. γ və kosmik şüalar isə hətta bir neçə metrlik qurğuşun təbəqədən də keçə bilir (şək. 5.2).



α -şüalanması



β -şüalanması



γ -şüalanması

Şəkil 5.2. Şüalanmanın təsiri

Şüalanma dozası digər şüalanma növləri ilə eyni olan neytron şüalanması canlı orqanizmlər üçün daha çox təhlükəlidir. Bu onunla izah olunur ki, neytronların ölçüləri böyük,

kinetik enerjiləri yüksək və onların elektrik yükünə malik olmamasıdır. Onlar canlı orqanizmin hüceyrələrində ciddi pozuntular yaradırlar. Lakin neytronlar ekoloji cəhətdən ciddi təhlükəli hesab olunmur; onlar əsasən nüvə reaktorların yaxınlığında və nüvə partlayışları zamanı müşahidə olunurlar.

Yuxarıda baxılan bütün şüalanma növləri ionlaşdırıcı xüsusiyyətə malikdir, belə ki, onlar atomdan elektronu çıxarıb onun ionlaşdırmaq qabiliyyətindədir. Bunun nəticəsində yaranmış ionlar kimyəvi cəhətdən çox aktiv olurlar və canlı hüceyrənin bir çox hissələrinə təsir etmək imkanına malikdirlər.

Güclü şüalanma nəticəsində çoxsaylı ionlar yaranır ki, bunun nəticəsində də bu və ya digər hüceyrə gec-tez məhv olur. Zəif şüalanmalar hiss olunan dəyişikliyə səbəb olmasa da hüceyrədə müxtəlif xarakterli struktur dəyişikliyi yaradır.

Milyon illər ərzində Yer üzərində bütün canlılar təbii radiasiyaya uyğunlaşmışlar. Yer səthi bir çox şüalanmaların, o cümlədən γ şüalarının mənbəyidir. Belə ki, Yer səthində təbii radioaktiv elementlər (uran, torium, radium, aktinium və başqaları) mövcuddur. Bunlardan torpaq və suda ekoloji cəhətdən böyük əhəmiyyət kəsb edən kalium (^{40}K) və karbon (^{14}C) geyd etmək lazımdır. Bu elementlər aktiv surətdə orqanizm tərəfindən qəbul edilir. Nəhayət, atmosferdə radiumun parçalanma məhsulu olan təsirsiz qaz radon müşahidə olunur.

Bütünlükdə biosfera kosmosdan gələn şüalanmanın da təsirinə məruz qalır. Bunlara yüksək enerjili Günəş küləkləri və kosmik şüaları aid etmək olar. Kosmik şüalar orqanizmə təsir göstərməklə yanaşı atmosferin yuxarı qatlarında tritium və ^{14}C atomları yaradırlar. Onların yaranma səbəbi isə kosmik şüalarının azot atomu ilə toqquşmasının nəticəsidir.

Beləliklə, Yer üzərində olan bütün canlı aləm xarici və daxili (^{40}K , ^{14}C) şüalanmaların təsiri altında olur. Bu təsir

regionlardan asılı olaraq müxtəlif xüsusiyyətə və intensivliyə malik olur.

Bu təsirə bəzən fon şüalanmaları deyilir. Son 50 ildə nüvə enerjisindən geniş istifadə olunması bir çox regionlarda fon radiasiyasının qiymətini artırmışdır.

Radioaktiv elementləri səciyyələndirən əsas parametr onların yarımparçalanma müddətidir. Şüalanma zamanı izotopun kütləsi iki dəfə azalma müddətinə yarımparçalanma müddəti deyilir. ^{239}U - 4,47 milyard ilə, Arqon üçün 2 saat. Radioaktiv çirklənmənin qarşısını almaq üçün heç bir üsul mövcud deyil. Yarımparçalanma müddəti böyük olan elementlər, bu müddət qısa olan elementlərə nisbətən daha təhlükəsizdir və onların şüalanması çox zəifdir.

Nüvə parçalanmalarından Stronsium-90 və Seziyum-132-nin parçalanması daha təhlükəli hesab olunur. Onlar onurğa beyninə daxil olub onun funksiyasını pozurlar.

Radioaktiv maddələrin təhlükə dərəcəsi hissəciklərin buraxdığı enerjiden asılıdır. Məsələn, Plutonium-239-dan şüalanan α -şüaların nüfuz etməsi az olsa da onların enerjisi böyük olur (MeV). Bunun nəticəsidir ki, hər bir α hissəcik 100000 molekulu ionlaşdıra bilər. 1 MeV-lıq β -şüalanması (^{90}Sr) 6300 molekulu ionlaşdıra bilər.

Şüalanma nəticəsində orqanizmdə baş verən dəyişikliklərin (zədələnmələr) qiyməti qəbul olunan enerjinin miqdarından asılı olur və bu enerjinin miqdarı doza adlanır. Orqanizm şüalanma dozasını istənilən radionukliddən və yaxud onların qarışıqlarından ala bilər. Bu halda şüalanma mənbəyinin orqanizmin xaricində və ya daxilində olmasından asılı olmur.

Hal-hazırda müxtəlif növ şüalanma dozaları mövcuddur. Bunlardan ən geniş istifadə olunanları – udulmuş doza, ekvivalent doza və effektiv ekvivalent dozadır.

Udulmuş doza dedikdə orqanizmin hər bir vahid kütləsinə düşən şüalanma enerjisi başa düşülür və Beynəlxalq Vahidlər

Sistemində Qreylə (Qr) ölçülür. Bir Qrey dedikdə orqanizmin hər bir kiloqramına düşən enerji (Coulla) başa düşülür. $1 \text{ Qr} = 1 \text{ C/kg}$. Lakin bu kəmiyyət (udulmuş doza) şüalanma növündən (α, β, γ) asılı olaraq şüalanma təsirini qiymətləndirməyə imkan vermir. Buna görə də şüalanmanın təsir xüsusiyyətlərini qiymətləndirmək üçün xüsusi əmsallardan istifadə olunur. Məsələn, α -şüalanması digər şüalanma növlərindən iyirmi dəfədən çox təsir göstərir. Bu üsulla hesablanan dozaya ekvivalent doza deyilir.

Şüalanmanın təsirini qiymətləndirdikdə onu da nəzərə almaq lazımdır ki, insan bədəninin müxtəlif hissələrində şüalanmaya həssaslıq müxtəlifdir. Məsələn, eyni bir ekvivalent dozada ağ ciyərdə xərçəngin baş vermə ehtimalı qalxanabənzər vəziyyətə nisbətən daha çoxdur, digər tərəfdən cinsi vəzilərin şüalanmaya məruz qalması genetik nöqtəyi – nəzərdən daha təhlükəlidir.

Buna görə də müxtəlif orqanların şüalanma dozasını qiymətləndirərkən müxtəlif əmsallardan istifadə olunmalıdır. Ekvivalent dozanın qiymətini müxtəlif orqanlar üçün təyin olunmuş əmsallara vurmağa və nəticələri toplamaqla bütün orqanizm üçün effektiv ekvivalent dozanı təyin etmək mümkün olur. Hesablamalar və təcrübələr əsasında müəyyən olunmuşdur ki, bu əmsalın qiyməti qadın süd vəziləri üçün 0,15; onurğa beyni və ağ ciyər üçün 0,12; qadın və kişi cinsiyyət vəziləri üçün 0,25, sümük hüceyrəsi və qalxanabənzər vəzi üçün 0,3, bütün qalan üzvləri üçün birlikdə 0,3 təşkil edir. Göründüyü kimi eyni effektiv doza üçün şüalanmaya ən həssas orqan cinsiyyət vəziləri və qadının süd vəziləridir.

5.3. Şüalanmanın ölçü vahidləri

Radiasiya hadisələrinin kəmiyyətcə qiymətləndirmək üçün iki növ ölçü həyata keçirilir:

1. Radioaktiv elementlərin bölünmə xüsusiyyətindən asılı olaraq radioaktiv maddənin miqdarının təyini.

2. İonlaşma və zədələnmə halları yaradan udulmuş şüalanma dozasının təyini.

Radioaktivlik dərəcəsinin əsas vahidi kimi Kuri (Ku) qəbul edilib. Yəni 1 Ku dedikdə 1 saniyə ərzində bölünən $3,7 \cdot 10^{10}$ radioaktiv atomun izotopun miqdarı başa düşülür. 1 Ku-ya uyğun gələn real maddə miqdarı müxtəlif izotoplar üçün müxtəlifdir. Yəni yavaş bölünən maddələrlə sürətli bölünən maddə miqdarı arasında böyük fərq mövcuddur. Məsələn, radium elementi üçün 1 Ku, 1 q-a uyğun gəlidiyi halda radioaktiv natrium üçün bu qiymət 10^{-7} q təşkil edir. Bioloji nöqtəyi nəzərdən Ku böyük qiymətdir. Ona görə də təcrübədə millikuri (mKu) 10^{-3} Ku, mikrokuri (mkKu) 10^{-6} Ku və nanokuridən (nKu) 10^{-9} Ku istifadə olunur. Kuri ilə ifadə edilən aktivlik göstərir ki, radioaktiv mənbə nə qədər α və ya β hissəcikləri, yaxud γ şüalanması buraxır. Bu qiymət özü - özlüyündə şüalanmanın orqanizmə necə təsir göstərmək imkanına malik olmasını göstərir.

Şüalanmanın digər vacib aspekti olan onun dozası müxtəlif şkalalarla ölçülür. Bütün şüalanma tipləri üçün ən əlverişli ölçü vahidi radiandır. Bir radian elə bir şüalanma gücüdür ki, hüceyrənin hər bir qramı 100 erq enerji alır. Şüalanmanın köhnə vahidi olan - rentgenlə (R) əsasən γ və rentgen şüalarının ölçülməsində istifadə olunur. Lakin, əgər söhbət canlı orqanizmlərə şüalanmanın təsirindən gedirsə, rad və rentgen eyni dərəcədə istifadə olunan ölçü vahidləridir.

Rentgendən min və radiandan milyard dəfə kiçik olan müvafiq olaraq millirentgen (mR) və (mrad)-dan istifadə olunur. Bu vahidlərlə ətraf mühitdə şüalanma səviyyəsini ölçmək üçün istifadə olunur. Qeyd etmək lazımdır ki, rad və rentgen ümumi şüalanma dozasının ölçü vahidləridir. Məsələn, orqanizm saatda 10 mR şüalanma qəbul edirsə, sutka ərzində

240 mR şüalanma qəbul edər. Göründüyü kimi şüalanmanın qəbul olunduğu müddətin rolu çox böyükdür.

İonlaşdırıcı şüalanmanı ölçmək üçün istifadə olunan cihazlar detektordan və elektron sayğacından ibarətdir. β hissəciklərini ölçmək üçün qaz sayğaclarından (Heyger sayğacı), γ və digər şüalanmaları ölçmək üçün isə bərk yaxud maye ssintilyator sayğaclarından istifadə olunur. Bu sayğaclarla xüsusi maddələr yerləşdirilir ki, görünməz şüaları görünən şüalara çevirirlər ki, onlar da fotoelektrik sistem vasitəsi ilə qeydə alınrlar.

5.4. Ekologiyada böyük əhəmiyyət kəsb edən radioaktiv izotoplar

Kimya kursundan məlum olduğu kimi hər bir kimyəvi elementin müxtəlif cür atomları var. Bu elementlərin bəziləri radioaktiv, digərləri isə belə xassayə malik deyillər. Elementlərin belə variantları *izotoplar* adlandırılır. Məsələn, karbonun, oksigenin və digər elementlərin çoxunun bir neçə izotopu vardır. Radioaktiv izotoplar qeyri- sabitdir, parçalanmada bunlar şüalanma buraxaraq digər elementlərin izotopların, çevrilirlər. Hər bir radioaktiv izotop özünün atom çəkisi və parçalanma müddəti ilə səciyyələndirilir. Cədv. 5.2-də ekoloji nöqtəyi-nəzərdən əhəmiyyətli radioaktiv izotoplar göstərilmişdir. Cədvəldən görünür ki, $^{25}_{45}\text{Ca}$ -kalsium elementinin radioaktiv izotopudur. Onun atom çəkisi 45, yarımparçalanma müddəti 160 gündür.

Yarımparçalanma müddəti hər bir elementin izotopu üçün sabit kəmiyyətdir. Belə ki, xarici amillər izotopun parçalanma xassəsinə təsir göstərmirlər. Bu qiymət müxtəlif elementlərin radioaktiv izotopları üçün bir neçə saniyədən bir çox illərə kimi təşkil edir.

Şüalanmanın nüfuzetmə qabiliyyəti onun enerjisindən asılıdır. Ekoloji proseslər üçün əhəmiyyətli hesab olunan

radioaktiv izotopların enerjisi 0,1-dən 5 MeV (milyon elektron volt) təşkil edir.

Ekoloji əhəmiyyətli radioaktiv izotoplar

Cədvəl 5.2

A Qrupu. Təbii fon şüalanmasında iştirak edən bəzi təbii izotoplar		
İzotoplar	Yarımparçalanma dövrü	Şüalanma növü
Uran - 235 (^{235}U)	$7 \cdot 10^8$ il	α və γ
Uran - 238 (^{238}U)	$4,5 \cdot 10^9$ il	α və γ
Radium - 226 (^{226}Ra)	1620 il	α və γ
Torium - 232 (^{232}Th)	$1,4 \cdot 10^{10}$	α
Kalium - 40 (^{40}K)	$1,3 \cdot 10^9$	β və γ
Karbon - 14 (^{14}C)	5668 il	β
B Qrupu. Orqanizmi təşkil edən komponentlərin tərkibinə daxil olan bəzi izotoplar		
Kalsium - 45 (^{45}Ca)	160 gün	β
Karbon - 14 (^{14}C)	5568 il	β
Kobalt - 60 (^{60}Co)	5,27 il	β və γ
Mis - 64 (^{64}Cu)	12,8 saat	β və γ
Yod - 131 (^{131}I)	3 gün	β və γ
Dəmir - 59 (^{59}Fe)	45 gün	β və γ
Hidrogen - 3 (Tritium)	12,4 il	β
Fosfor - 32 (^{32}P)	14,5 il	β
Kalium - 42 (^{42}K)	2,6 il	β və γ
Natrium - 22 (^{22}Na) r	15,1 saat	β və γ
C qrupu. Böyük miqdarda parçalanma məhsullarında olan radioaktiv izotoplar		
Stronsium - 90 (^{90}Sr)	28 il	β
Stronsium - 89 (^{89}Sr)	53 gün	β
Sezium - 137 (^{137}Cs)	33 il	γ
Sezium - 134 (^{134}Cs)	2,3 il	β və γ
Civə - 106 (^{106}Ru)	1 il	β
Civə - 103 (^{103}Ru)	40 gün	β və γ
Sirkonium - 95 (^{95}Zr)	65 gün	β və γ
Plutonium - 239 (^{239}Pu)	$2,4 \cdot 10^4$ il	β və γ
Yod - 131 (^{131}I)	Bax C qrupuna	
Uran	Bax A qrupuna	

Radioaktiv izotopun enerjisi nə qədər böyük olarsa, o bioloji materiallar üçün daha güclü potensial təsirə malik olur. Digər tərəfdən izotopun enerjisi böyük olduqda onu indikatorlar vasitəsi ilə qeydə almaq mümkün olur. Bu isə onun mənfi təsirinə qarşı müəyyən tədbirlərin həyata keçirməsinə imkan yaradır. Məsələn, yüksək enerjili kobalt – 60 və sezium – 134 radioaktiv elementlərini hətta müəyyən məsafədən izləmək imkanı əldə olunur.

Cədvəldən görünür ki, ekoloji nöqteyi – nəzərdən əhəmiyyətli sayılan radioaktiv izotopları bir - birindən müəyyən xüsusiyyətlərinə görə yaxşı seçilən 3 qrupa (A, B, C) bölmək olar. A qrupuna daxil olan elementlər təbiətdə fon şüalanmasını yaranan elementlərdir. B qrupuna daxil olan elementlər isə bilavasitə bitki və heyvan orqanizmlərinin tərtibedici elementləridir. C qrupuna daxil olan elementlər isə uranın və digər radioaktiv elementlərin bölünmə məhsullarıdır. Bu elementlər əsasən ona görə təhlükəli hesab olunurlar ki, onlar nüvə partlayışları və atom elektrik stansiyalarının istismar qaydalarının pozulması yaxud texniki nasazlığın nəticəsində ətraf mühitə böyük miqdarda yayılırlar.

5.5. İonlaşdırıcı şüalanmanın mənbələri

Yüksək enerjiyə malik olan şüaların ətraf mühitə təsir etdikdə bir atomdan elektronun ayrılıb digər atoma birləşdirməsi nəticəsində mənfi və müsbət ionların yaranmasına **ionlaşma prosesi** deyilir. İonlaşma canlı orqanizmlərin zədələnməsinin (xüsusən sitoplazmanın) əsasını təşkil edir. Bu zaman zədələnmə dərəcəsi, mühitdə yaranmış ion cütlərinin sayı ilə düz mütənasibdir. Təbiətdə ionlaşdırıcı şüalanmanın mənbəyi kimi dağ süxurlarında olan radioaktiv elementləri və yer səthinə düşən kosmik şüaları göstərmək olar. İonlaşdırıcı şüalanmalar buraxan elementlərin izotoplarına **radioaktiv izotoplar** deyilir.

Məlum olduğu kimi ionlaşdırıcı şüalanmanın üç növü vardır - α (alfa), β (beta) və γ (qamma). Bunlardan α və β korpuskulyar, γ hissəciklərin şüalanması isə elektromaqnit təbiətlidir. Korpuskulyar şüalanmada atom və subatom hissəcikləri öz enerjilərini toqquşduqda başqa bir maddəyə verirlər. α hissəcikləri (heliumun nüvələri) başqa hissəciklərlə müqayisədə olduqca böyükdür. Lakin onların havada getdikləri yol cəmi bir neçə santimetr təşkil edir və onların hərəkətini adi nazik kağız vərəqəsi ilə saxlamaq mümkündür. Eyni zamanda həmin hissəciklər güclü lokal ionlaşma yaradırlar.

β hissəcikləri sürətli elektronlardır. Onların ölçüləri dəf etdikləri məsafəyə nisbətən (havada bir neçə metr, hüceyrələrdə bir neçə santimetr) olduqca kiçikdir. Onlar hüceyrədə ionlaşmış iz buraxırlar. γ şüalanmaları işıq seli kimi elektromaqnit təbiətlidir, lakin onların dalğa uzunluqları kiçikdir. Onlar havada böyük məsafə qət edə bilir və istənilən maddənin tərkibinə daxil olaraq uzun yol keçərək enerjisini tədricən verərək, böyük bir məsafədə enerjilərini səpəlayirlər. Onlar keçdiyi yolda güclü ionlaşma prosesi yaradır.

γ şüalanmasının orqanizmə təsiri onların sayından, enerjisindən, həmçinin orqanizm ilə şüalanma mənbəyi arasındakı məsafədən asılı olur. Beləliklə α, β və γ hissəciklərinin təsir xüsusiyyətlərini nəzərdən keçirsək görürük ki, get-gedə onların maddəyə nüfuz etmə (keçmə) intensivliyi artdığı halda onların təsirindən lokal hər hansı bir zədələnmələrin intensivliyi azalır.

Digər şüalanma mənbələri, bir-bəşə olmasa da, dolayı yolla canlılara və ekoloji tarazlığa təsir göstərirlər. Belə mənbələrdən neytronları, rentgen və kosmik şüaları göstərmək olar.

Neytronlar böyük ölçülü yüklənmiş hissəciklərdir. Bu hissəciklər özləri ionlaşma yaratmırlar, lakin onlar atomları destabilləşdirərək hüceyrə və materiallardan asanlıqla keçirlər. Müəyyən olunmuşdur ki, udulmuş enerjinin miqdarı eyni

olduğu təqdirdə «cəld» neytronların yaratdığı zədələnmələr isə 5 dəfə artır. Neytron şüalanmasına nüvə reaktorlarının yaxınlığında və nüvə partlayışları zamanı təsadüf olunur. Bu zaman radioaktiv elementlər qlobal miqyasda bütün planetə yayılırlar.

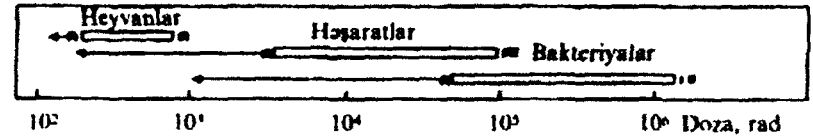
Rentgen şüaları γ şüalarına yaxın şüalanmalardır. Bu şüalar γ şüalardan fərqli olaraq atom nüvəsində yox, onun elektron təbəqəsində yaranır. Bu şüalanmalar ətraf mühitə radioaktiv elementlər buraxır. Rentgen və γ şüalarının təsir xüsusiyyəti demək olar ki, eynidir.

Kosmik şüalar yer səthinə kosmik fəzadan daxil olub, həm korpuskulyar, həm də elektromaqnit dalğa təbiətlidir. Biosferdə kosmik şüaların intensivliyi aşağıdır. Lakin bu amil kosmik uçuşlar üçün ciddi amil hesab olunur. Kosmik şüalanma və geoloji süxurların biosferdə yaratdığı şüalanma qiymətinin məcmuusuna **fon radiasiyası** deyilir. Bu radiasiya qiymətə yer ekosistemlərinə adaptasiya olunub. Fərz olunur ki, bitkidə olan genlər fon şüalanmasına görə mövcud olurlar. Biosferin müxtəlif hissələrində fon radiasiyasının qiyməti müxtəlif olur və bəzi hallarda bir-birindən 3-4 dəfə fərqlənir.

5.6. Radiasiya həssaslığının müqayisəsi

Müxtəlif növ orqanizmlər güclü radiasiya şüalanmalarına qarşı bir-birindən fərqli dərəcədə dözümlüyə malikdirlər. Şək. 5.3-də 3 növ orqanizmlər qrupuna məxsus canlıların müəyyən dozalı rentgen yaxud γ şüalanmasına həssaslığı göstərilmişdir. Orqanizmlərin kiçik müddət (dəqiqə, saat) ərzində qəbul etdikləri böyük dozaya *kəskin doza*, böyük zaman ərzində kiçik dozalar qəbul etməsinə isə *xroniki doza* deyirlər. Sol tərəfə istiqamətlənmiş oxa uyğun gələn şüalanma qiyməti onu göstərir ki, bu qiymətdən böyük qiymətlərdə həyat eşqi pozula və yaxud məhv ola bilər. Məsələn, 200 rad qiymətindəki doza bir sıra həşəratların embrionunu məhv edir. 5000 rad tam

toxumsuzluğa gətirib çıxarır. Radiasiyaya daha dözümlü növlərinin hamısını məhv etmək üçün isə 100000 rad tələb olunardı. Şəkildən görünür ki, digər orqanizmlərə nisbətən mikroorqanizmlər radiasiya şüalanmalarına daha davamlı olurlar.



Şək. 5.3. Üç müxtəlif növ orqanizm qruplarının rentgen və ya γ şüalanmasına həssaslığının müqayisəsi

Aşağı dozalı xroniki radiasiya təsirlərini ölçmək olduqca mürəkkəbdir, çünki belə şüalanmaların təsiri özünü on illər ərzində yavaş – yavaş, yəni tədricən göstərir. Bir çox hallarda bu tədricən genetik xüsusiyyətlərin dəyişməsinə gətirib çıxarır. Məsələn, müəyyən olunmuşdur ki, (Sparrod) şam ağacını 10 il müddətində sutka ərzində 1 rentgen şüalanmaya məruz qoyduqda onun boy artmasına olan təsir, dozanın kəskin qiymətində (sutkada 60 R) olan təsirlə eyni olur.

Ali bitkilərdə ionlaşdırıcı şüalanmaya həssaslıq hüceyrə nüvəsinin ölçüləri ilə, daha dəqiq desək xromosomun yaxud DNK- nin həcmi ilə düz mütənasibdir. Təyin olunmuşdur ki, xromosomun həcmnin dəyişməsi şüalanmaya olan həssaslığı ilə birbaşa əlaqədardır.

Xromosomların həcmi ölçüləri böyük olduqca, onların şüalanma hissəcikləri ilə toqquşma ehtimalını qat - qat artırır.

Ali heyvanlarda bitkilər üçün yuxarıda göstərdiyimiz qanunauyğunluq qeydə alınmayıb. Yəni, onların radiasiya həssaslığının qiymətinin hüceyrə strukturu ilə bilavasitə əlaqəsi yoxdur. Ali heyvanlar üçün əsas amil onların ayrı-ayrı orqanlarının şüalanmaya həssaslığıdır. Müəyyən edilmişdir ki,

heyvanların onurğa beyninə təsir göstərən hətta zəif şüalanmalar belə onlar üçün ciddi nəticələrə gətirib çıxarır.

Bəzən ekoloji tədqiqatlarda diferensial həssaslıqdan da istifadə olunur. Diferensial həssaslıq dedikdə o bu və ya digər növün ona dözə biləcəyi dozanın qiymətindən nisbətən yuxarı dozalara adaptasiya olunmasıdır.

Orqanizmlər təbii şüalanmanın təsirinə məruz qaldıqları üçün onlar bu təsire bir növ öyrənir.

Təbii radiasiyanın (radiasiya fonu) üç əsas səbəbi vardır: 1) Kosmik şüalar; 2) Canlı orqanizmlərin tərkibinə daxil olan kalium- 40 və başqa elementlər; 3) Torpaq və dağ süxurlarında rast gəlinən təbii radioaktiv maddələri bu səbəblərin hesabına müxtəlif beş sahədə yaradılan radiasiyanın illik qiyməti aşağıda göstərilən (milliradianlarla) verilmişdir:

Dəniz səviyyəsində çöküntü süxurlar	$35 + 17 + 23 = 75$
Dəniz səviyyəsində qranit qaya	$35 + 17 + 90 = 142$
3000 metr hündürlükdə qranit qaya	$00 + 17 + 90 = 207$
Dənizin səthi	$55 + 28 + 1 = 64$
Dənizin 100 metr dərinliyində	$1 + 28 + 1 = 30$

Çox güman ki, ümumiyyətlə radiasiya effekti üçün aşağı hədd mövcud deyil. Çünki genetiklər müəyyən ediblər ki, istənilən şüalanma səviyyəsi canlı orqanizmlər üçün zərərli deyil. Sadəcə olaraq miasir texniki şərait onun təsir intensivliyinin bioloji nöqtəyi-nəzərdən qiymətləndirməyə qadir deyil.

Bunu da onunla əsaslandırmaq olar ki, son onilliklər ərzində insan üçün ən aşağı buraxıla bilən şüalanma həddi iki dəfə aşağı salınma istiqamətində dəyişdirilib. Müəyyən olunmuşdur ki, yer üzərində canlı varlıqlardan radiasiya şüalanmasına ən həssas insandır. Buna görə də göstərilən şüalanma səviyyəsi daim ciddi nəzarətdə saxlanılmalıdır.

5.7. Ekosistemlər səviyyəsində radiasiya effekti

Hal-hazırda bir çox ölkələrdə γ şüalanmasının bütövlükdə ekosistemlərə təsiri öyrənilir. Bu işlərdə γ şüalandırıcı mənbə

kimi kobalt - 60-dan yaxud sezium - 137-dən istifadə olunur. Onların aktivliyi 10000 Ku və ondan yuxarı götürülür.

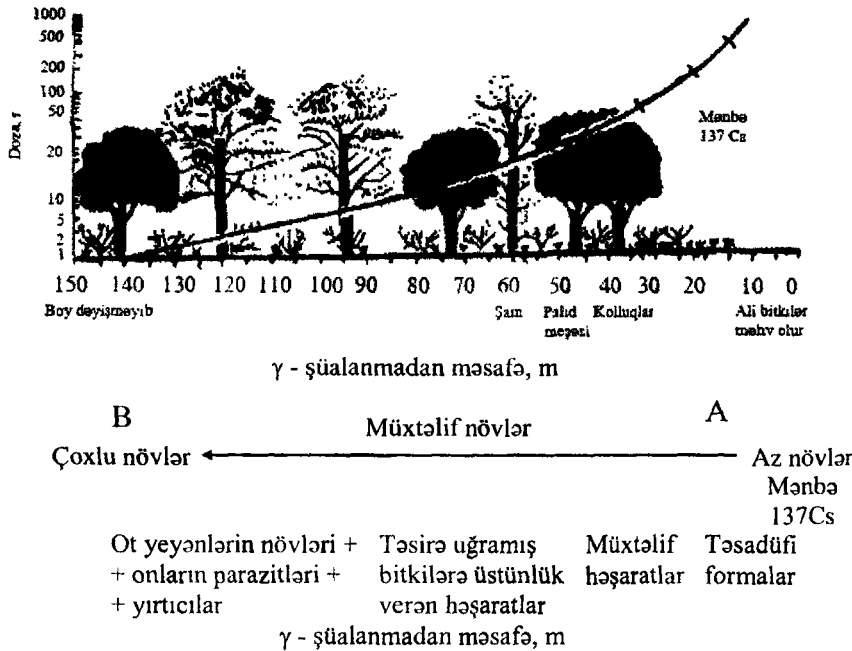
Göstərilən mənbələr meşədə, çöllərdə və müxtəlif ölkələrin (ABŞ, İngiltərə, Fransa, Afrika ölkələri və s.) elmi tədqiqat laboratoriyalarında yerləşdirilir.

Şək. 5.4-də palıd - şam meşəsində yerləşdirilmiş şüalanma mənbəyinin təsiri göstərilmişdir. Hər sutka ərzində şüalanma mənbəyi 20 saat "işləyib", qalan 4 saat müddətində müşahidələr aparılıb və nümunələr götürülüb, xroniki şüalanma intensivliyi mənbədən 10 metr radiusda 1000 radian qiymətindən başlayaraq, ölçü cihazlarının şüalanmanı hiss edə bilmədikləri nöqtəyə kimi (daha doğrusu təbii fonun qiymətinə kimi) olan məsafədə (təqribən 140 metr) ölçmələr aparılmışdır. Şüalanmaya qarşı polad şamdan daha dözümlüdür. Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi bu onunla izah olunur ki, şam ağacının nüvəsi, palıd ağacına nisbətən böyükdür. Müşahidələr zamanı müəyyən olunmuşdur ki, radiasiyanın gündəlik dozası 2 - 5 rad olduqda bitkilərin boy artma qabiliyyəti xeyli azalır. Heyvanlar aləminin növ tərkibi azalır. Palıd ağacları yüksək radiasiya şüalanmasında (40-50 rad) məhv olmasalar da, onlar ilkin tərəvəzlərini itirir və həşəratlara qarşı artıq dözümsüz olurlar. Bəzi həşəratlar sürətlə artmağa başlayır. Məsələn, təcrübənin 2-ci ilində, gündəlik radiasiya şüalanması 10 rad olduğu müddətdə palıd qurdunun miqdarı, şüalanmaya məruz qalmayan əraziyə nisbətən 200 dəfədən çox artdı. Beləliklə, şüalanma qradiyentini beş zonaya bölmək olar:

- 1) mərkəzi zona - burada ali bitkilərin hamısı məhv olur;
- 2) qum otluqlar zonası;
- 3) qaragilə zonası;
- 4) radiasiya təsirindən dəyişilmiş polad meşəsi;
- 5) az (cüzi) təsire məruz qalmış zona. Bu zonada bitkilərin böyüməsinə müəyyən təsir olsa da, məhv olmuş bitkilərə rast gəlinmir. Oxşar nəticələr digər tədqiqat işlərində də müşahidə edilmişdir. Məsələn, meşə örtüyü intensiv şüalanmaya məruz

qalandan sonra, müdafiə örtüksüz reaktorun yaxınlığında olduğu kimi, yuxarı yarusun ağacları məhv olmuş kimi görünür, bir illik otlar yerə yatmışdır. Lakin sonrakı illərdə şüalanma təkrar olunmadıqda enliyarpaqlı ağacların bir çoxu bərpa olunmuş, kökdən yeni pöhrələr vermişdir. Bu onu göstərir ki, radiasiya nəticəsində ancaq bitkilərin yerüstü hissəsi məhv olmuşdur.

Təcrübə nəticələri göstərir ki, ot bitkiləri meşə örtüyünə nisbətən ionlaşdırıcı şüalanmaya daha dözümlüdür. Digər tərəfdən isə radiasiyanın təsiri kəsildikdən sonra ot bitkiləri daha tez bərpa olunurlar, nəinki meşə ağacları.



Şək. 5.4. Süni γ şüalandırıcı mənbəyindən şüalanmanın şam-polad meşəsinə təsiri. A - uzun müddətli γ şüalanmasının bitki örtüyünün tərkibi; B-şüalanmaya məruz qalan meşədə üstünlük təşkil edən həşəratların formalarına təsiri

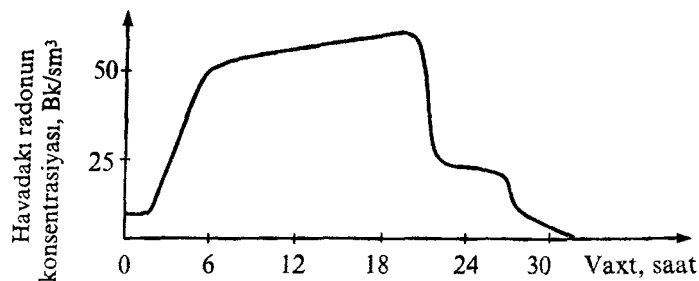
5.8. Radioaktiv radon qazı

Bu yaxınlarda müəyyən olunmuşdur ki, təbii radiasiya mənbələrindən ən seçiləni radon qazıdır. Bu qaz 7,5 dəfə havadan ağır olub, iyi və tamı olmayan qazdır. Müəyyən olunmuşdur ki, əhalinin qəbul etdiyi ekvivalent dozanın $3/4$ -i bu qazın hesabına düşür. Bu dozanın çox hissəsi insan orqanizminə nəfəs alma prosesində havada olan nuklidlərin hesabına yaranır. Bunun qiyməti havası dəyişilməyən otaqlarda xüsusilə böyük olur.

Təbiətdə radona iki əsas formada rast gəlinir: radon -222, o Uran-238-in parçalanma məhsuludur və radon - 220, torium-232 elementinin sırasına aiddir. Şüalanma xüsusiyyətinə görə Radon -222 Radon 220-yə nisbətən daha güclüdür (təqribən 20 dəfə), lakin daha əhatəli olmaq üçün hər iki izotopa birlikdə baxılacaq və sadəcə radon adlandırılacaq.

Radon bütün ərazilərdə yerdən çıxır. Lakin onun havadakı konsentrasiyası müxtəlif yerlərdə fərqli olur. İlk baxışda təəccüblü olsa da insan bu qazdan şüalanmanın əsas hissəsini havası dəyişdirilməyən otaqlardan alır. Orta iqlim zonaların bağlı yaşayış sahələrində bu qazın konsentrasiyası ətraf havadakına nisbətən 8 dəfə çox olur.

Radon əsasən binaların elə yerlərində toplanır ki, onlar ətraf havadan izolə olunublar (şək. 5.5). O, bu və ya digər yollarla (binanın özülündən, döşəmədən, az hissəsi isə istifadə edilmiş tikinti materiallarından) mənzilə sızaraq orada toplanır. Nəticə etibarını ilə mənzildə çox yüksək radiasiya səviyyəsi yarana bilər. Bu xüsusən o halda daha yüksək olur ki, ev radionuklidlərlə zəngin olan özülün üzərində tikilib. Mənzildə temperaturun yaşayış üçün normal səviyyədə saxlanması üçün onun hermetikləşdirilməsi vəziyyəti daha da çətinləşdirir. Bu halda tədricən yığılan radioaktiv qazlar mənzildən xaric ola bilmir.



Şəkil 5.5. Radonun konsentrasiyasının mənzilin havasının dəyişməsindən asılılığı

Radonun konsentrasiyasının çox yüksək olması halları daha tez-tez müşahidə olunmaqdadır. Belə ki, son zamanlar tikintinin daxilində radonun konsentrasiyasının qiyməti onun xaricindəki qiymətindən 5000 dəfə yuxarı olan hallar qeydə alınmışdır (İsveçdə və Finlandiyada). Bu qiymətin 500 dəfədən çox fərqlənməsi Böyük Britaniya və ABŞ-da qeydə alınmışdır. Bu amil əsasən müxtəlif tikinti materiallarından istifadəsi ilə əlaqədardır.

Tikinti materiallarının şüalanma qabiliyyəti (Bk/kq) müxtəlif materiallar üçün müxtəlif olub böyük hədd daxilində dəyişir. Məsələn, bu qiymət ağac materialları üçün 1,1, gips üçün 29, qum üçün 34, sement üçün 45, kərpic üçün 126, qranit üçün 170, torpaq gili üçün isə onun tipindən asılı olaraq 496-dan 1400 Bk/kq kimi dəyişir.

Buna görə də tikinti materiallarının şüalanma xüsusiyyətlərinin nəzarətdə saxlanılması əhəlinin şüalanmadan mühafizə məsələlərində çox böyük rol oynayır.

Çoxmərtəbəli evlərdə yuxarı mərtəbələrdə radonun konsentrasiyası aşağı mərtəbələrə nisbətən az olur. Bu ilk növbədə binanın bünövrəsindən olan məsafə ilə əlaqədardır.

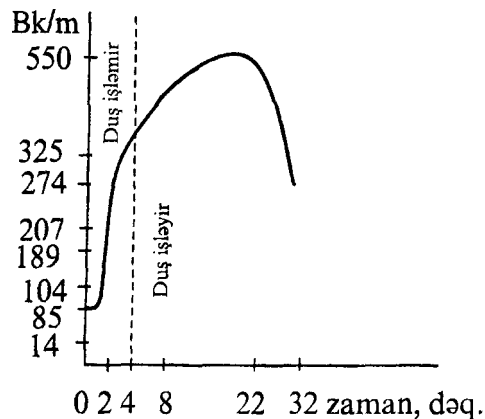
Mənzilə radonun daxil olmasının zəiflədilməsi üçün divardakı yarıq və çatlar, döşəmədə olan deşiklər bağlanılmalı və imkan daxilində binanın zirzəmisində havadəyişdirici

sistemlər qurulmalıdır. Müəyyən olunmuşdur ki, mənzilin divarları plastik materiallarla örtüldükdə radonun çıxması 10 dəfəyə qədər azalır. Hətta divara oboy çəkilməsi radonun emissiyasının 30%-ə kimi azaldır.

Mənzildə radonun konsentrasiyasının artmasına az da olsa təsir göstərən səbəblərdən biri də qaz və sudur. Bunlar hər biri ayrılıqda 3-4 Bk/sutka şüalanma yaradırlar. Ümumiyyətlə, istifadə olunan suyun tərkibində radonun miqdarı olduqca cüzdür. Lakin adi və artezian quyulardan çıxarılan suyun tərkibində radonun miqdarı çoxdur. Radonun belə suların tərkibində çox olması ABŞ-da və Finlandiyada qeydə alınmışdır. Radonun suyun tərkibində maksimal qiyməti 100 milyon Bk/m³ həddində qeydə alınmışdır. BMT-nin verdiyi məlumata görə hal-hazırda dünyadakı əhəlinin 1%-i, şüalanması 1 milyon Bk/m³, 10% əhali isə 100 min Bk/m³ olan sudan istifadə edir.

Təəccüblü də olsa qeyd olunmalıdır ki, sudan istifadə etdikdə radonun zərəri onun orqanizmə qəbulu ilə təyin olunmur. Belə ki, insan sudan demək olar ki, çay və kofedə istifadə edir. Bunlar isə əsasən qaynadıldığından sonra istifadə olunduğu üçün radonun çox hissəsi xaric olunmuş olur. Qəbul olunmuş hissəsi isə tezliklə orqanizmdən xaric olunur.

Belə sularda əsas təhlükə mənbəyi radonun hava ilə birlikdə ağ ciyərlərə düşməsidir. Buna isə ən çox vanna otağında rast gəlinir. Tədqiqatlar əsasında müəyyən olunmuşdur ki, vanna otağında radonun miqdarı mətbəxə nisbətən üç dəfə, yaşayış otağına nisbətən isə 40 dəfə çox olur. Kanadada aparılan ölçmələrin nəticələri göstərdi ki, vanna otağında duşu qoşandan 7 dəqiqə sonra otaqda radonun digər parçalanma məhsulları sürətlə artır və bu artma duş bağlananadək davam edir, bir müddətdən sonra isə radonun qatılığı ilkin səviyyəyə qaydır (şək. 5.6).



Şəkil 5.6. Vanna otağında radonun konsentrasiyasının dəyişməsi (ölçmələr Kanada mənzillərinin birində aparılmışdır. İstifadə olunan suda radonun konsentrasiyası 4400 Bk/m^3 olmuşdur)

Radon məişətdə istifadə olunan qazın da tərkibinə daxil olur. Buna görə də mətbəxdə və vannə otağında qaz plitəsi və qızdırıcı ventilyasiya sistemində qoşulmalıdır. Mənzillərin soyuqdan qorunması üçün istifadə olunan hermetikləşdirici materiallardan istifadə olunmalıdır.

Ümumiyyətlə normal şəraitdə yaşayış otağında radonun miqdarı 0,1-0,2; mətbəxdə 2,5-3,0; vannə otağında isə 8-8,5 KBk/m^3 olmalıdır.

5.9. Radioaktiv çöküntülər problemi

Atom partlayışlarından sonra yer səthinə səpələnən radioaktiv külə *radioaktiv çöküntülər* adlanır. Bu kül atmosferdə olan təbii mənşəli hissəciklərə qarışıb onlarla qarşılıqlı əlaqəyə girir. Radioaktiv yağıntıların xarakteri istifadə olunan bombanın tipindən asılı olur. Hər şeydən əvvəl nüvə silahının iki növü bir - birindən çox fərqlənir.

1. Atom bombasında ağır elementlərin (uran və ya plutoniumun) bölünmə prosesi gedir. Bölünmə böyük enerji və

radioaktiv parçalanma məhsulunun ayrılması ilə müşahidə olunur.

2. Hidrogen bombası istilik – nüvə silahıdır. Partlayış zamanı yüngül elementlər (deyterium) birləşərək ağır elementlər əmələ gətirir. Nəticədə böyük miqdarda enerji və neytronlar ayrılır. Ümumiyyətlə, belə partlayışda hər vahid enerji miqdarında atom bombasından fərqli olaraq radioaktiv hissəciklərin miqdarı az, neytronların miqdarı isə çox olur. Yuxarıda göstərdiyimiz kimi, neytronlar ətraf mühitdə istiqamətlənmiş radiasiya şüalanması yaradırlar. Partlayışdan sonra baş verən radioaktiv yağıntıların miqdarı bombanın tipindən və ölçülərindən asılı olmaqla yanaşı partlayışa cəlb edilmiş kənar materialların miqdarından da asılıdır.

Atom partlayışları nəticəsində yaranan radioaktiv yağıntıların radioaktiv tullantılardan fərqi ondan ibarətdir ki, partlayış nəticəsində yaranmış radioaktiv izotoplar yaxınlıqda olan silisiumla, dəmirə və müxtəlif hissəciklərlə birləşərək həll olunmayan yeni hissəciklər yaradır.

Mikroskop altında mərmər kürrəciklərə oxşayan bu hissəciklərin ölçüləri bir neçə yüz mikrondan, kolloid hissəciklərin ölçülərinə kimi olur. Bu hissəciklərdən ən kiçikləri kip surətdə bitkinin yarpaqlarına yapışaraq yarpağı radioaktiv zədələnməyə məruz qoyur. Əgər həmin yarpaq hər hansı heyvan tərəfindən yeyilsə, radioaktiv hissəciklər heyvanın qida həzmedici traktında sovrulur. Beləliklə, müxtəlif radioaktiv çöküntülər müxtəlif canlı orqanizmlərin qida dövrəsinə daxil olmuş olur.

Dinc məqsədlər (limanların tikilməsi, kanal və yolların çəkilməsi və s.) üçün həyata keçirilən az güclü atom və nüvə partlayışlarından sonra radioaktiv çöküntü küləyin istiqamətində dar bir zolaq şəklində yer səthinə çökür. Radioaktiv maddələrin daha xırda hissəcikləri uzaq məsafəyə gedib orada atmosfer yağıntıları nəticəsində torpağa çökə bilirlər.

Partlayış yerindən uzaqlaşdıqca ümumi radioaktivliyin qiyməti aşağı düşdükdə, müəyyən olumuşdur ki, bioloji əhəmiyyəti böyük olan bir sıra izotoplar, xüsusən stronsium - 90, partlayış nəticəsində 100 - 150 km uzaqlıqda olan heyvanlarda az miqdarda müəyyən edilmişdir. Bu onunla izah olunur ki, bu elementin qaz formasında olan iki sələfi ($^{90}\text{Kr} \rightarrow ^{90}\text{Rb} \rightarrow ^{90}\text{Sr}$) vardır və o partlayışdan sonra tez bir zamanda yaranmır. Buna görə də stronsium - 90 izotopu ölçüləri 40 mkm-dən kiçik olan hissəciklərin tərkibinə daxil olaraq partlayış episentrindən uzaqlarda yerləşən ərazilərə daxil olaraq qida dövrəsinə düşür. "Uzağa gedən" izotoplardan biri də Seziyum - 137 izotopudur. Bunun da ^{90}Sr kimi qazaoxşar sələfləri vardır.

60-cı illərdə böyük miqdarda həyata keçirilən nüvə sınaqlarında əsasən böyük gücə malik meqatonlar) bombalardan istifadə edilmişdir. Bu partlayışlar nəticəsində stratosferaya çoxlu miqdarda maddələr daxil olmuş və bunun nəticəsində qlobal miqyasda (bütün dünya üzrə) radioaktiv çökmələr baş vermiş və bu proses hələ uzun müddət davam edəcəkdir.

ABŞ- da aparılan ölçmə nəticələri göstərir ki, 1965-ci ilə stronsium - 90-ın miqdarı rütubətli ərazilərdə 80 mKu/km², quraqlıq zonalarında isə 35 mKu/km² təşkil etmişdir.

Qida dövrəsinə düşən radioaktiv izotoplar axırda insan orqanizminə daxil olurlar. Orqanizmə düşən izotopların miqdarı həmin ərazidə olan yağıntılarda miqdarı ilə yanaşı, mövcud ekosistemlərin xüsusiyyətlərindən asılı olur. Ekosistemlərdə maddələr mübadiləsi sürətlə getdiyi hallarda radioaktiv izotoplar torpaq və dib çöküntülərində toplanır və beləliklə, onların bitki hüceyrəsinə daxil olma ehtimalı azalır.

Cədvəl 5.3 və 5.4- də müvafiq olaraq stronsium- 90 və seziyum-137 izotoplarının müxtəlif ekosistemlərdə toplanma miqdarının müqayisəsi və bəzi başqa xüsusiyyətləri verilmişdir.

Cədv. 5.4-dən görünür ki, hündürlüklərdə otarılan qoyunların aranda otarılan qoyunlara nisbətən sümüklərində 20 dəfədən çox stronsium- 90 toplanır.

ABŞ- da isə Pidmont yaxınlığında saxlanılan marallarda, torpağın yaxşı keyfiyyətə malik olmasına müqabil, onların orqanizmində seziyumun miqdarı qumlu sahilə - aşağı keyfiyyətli torpaqlarda bəslənilən marallara nisbətən aşağıdır.

Qeyd olunmalıdır ki, yağıntılarda miqdarına görə bu ərazilər bir- birindən fərqlənir. İnsan orqanizmində göstərilən elementlərin miqdarı qoyun və maralların orqanizmindəki elementlərin miqdarından çox aşağı olur. Bu onunla izah olunur ki, insan qida məhsulları qəbulunda və hazırlanmasında müəyyən ardıcıl mərhələlərdən (yuyulma, bişirilmə, duz və başqa ədvalardan istifadə) keçdiyindən izotopların çox hissəsi qidadan ayrılır.

ABŞ- da insanlar üzərində aparılan tədqiqat nəticələri göstərir ki, 1965-ci ildə uşaq sümüklərində hər qram kalsiuma düşən stronsium- 90 miqdarı 4-8 nKu təşkil etmişdir, sonra müxtəlif illərdə aparılan ölçmələr göstərmişdir ki, illər keçdikcə bu qiymət dəyişməmişdir.

Müxtəlif ekosistemlərdə ^{90}Sr izotopunun toplanmış miqdarının qarşılıqlı müqayisəsi (Braun)

Cədvəl 5.3

Səviyyə	Təpədə otlaq, pH - 4,3			Vadidə otlaq, pH - 6,8		
	^{90}Sr - un miqdarı		Toplanma əmsali	^{90}Sr - un miqdarı		Toplanma əmsali
	nKu/1 kalsium	nKu/1 quru maddə		nKu/1 kalsium	nKu/1 quru maddə	
Torpaq (orta güclü - 10 sm)	0,112	800	1	0,038	2,6	1

Dənli bitkilər	2,5	2100	21	0,250	41	6,6
Qoyunun sümüyü	80	160	7,4	4,4	87	115

ABŞ- da müxtəlif yerlərdə yaşayan marallarda sezium - 137 izotopunun konsentrasiyası (Cenniks və Findley)

Cədvəl 5.4

Rayon	Maralların sayı	1 kq quru çəkiyə düşən ¹³⁷ Cs- un h kullarə miqdarı	
		orta qiymət standart xətdə	Diapazon
Sahil düzənliyi	25	18,039 ±2,359	2,076-54,818
Pidmont rayonu	25	3,007 + 0,968	0,250 - 19,251

5.10. Radioaktiv tullantıların ləğvi

Radioaktiv çöküntülərin problemi nə qədər ciddi hesab olunsa da dinc məqsədlər üçün atom enerji istehsalı nəticəsində yaranan tullantılar daha təhlükəli xarakter daşıyır. Ekoloji nöqteyi - nəzərdən radioaktiv tullantıların ləğvinə o qədər də ciddi fikir verilmir. Lakin nəzərə almaq lazımdır ki, atom enerjisindən istifadəni limitləşdirən amillərin əsasını tullantıların ləğvi təşkil edir.

Adətən radioaktiv tullantıları üç kateqoriyaya bölürlər:

1) Yüksək aktivli tullantılar. Belə tipli bərk və maye maddələr olduqca təhlükəli olduqlarından onların xüsusi şəraitdə qorunub saxlanması vacib şərtlərdən hesab olunur. Hər bir ton nüvə yanacağının bölünməsindən 400 litrə yaxın yüksək aktivli tullantı alınır. Məsələn, 1969-cu ildə ABŞ- da dörd poliqonda 200 yeraltı konteynerdə $300 \cdot 10^6$ litr belə tullantı saxlanılır. Hesablamalar göstərir ki, belə tullantı saxlamaq üçün hər il 60000 m^3 həcmi olan tutumlar tələb olunur. Atom – nüvə enerjisi istehsalı artdıqca bu tələbat da artacaq. Qorunub saxlamaqdan savayı tullantılardan xilas olmasının digər yolları da nəzərdən keçirilir: a) mayələrin inert

bərk maddələrə çevrilməsi və dərin geoloji horizontlarda basdırılması; b) bərk və maye tullantıların dərin duz şaxtalarında saxlanması. Göstərilən problem bir də onunla çətinləşir ki, yüksəkaktivli tullantılardan böyük miqdarda istilik ayrılır, bu temperatur duz şaxtalarının divarlarını əritmək və zəlzələ törətmək imkanına malikdir.

2) Aşağı aktivli tullantılar. Maye, bərk və qaz maddələri olduqca aşağı aktivliyə malik olduqları halda, böyük həcmli olduqlarından onların saxlanması üçün böyük yerlər (tutumlar) tələb olunur. Ona görə də bunları ətraf mühitə səpələmək məcburiyyəti yaranır. Lakin bu o şərtlə həyata keçirilməlidir ki, bu radioaktivliyin təsirindən təbii radiasiya fonu güclü dəyişikliyə məruz qalmasın və bu tullantılar qida dövrəsinə düşə bilməsinlər.

3) Orta aktivli tullantılar. Bunların aktivliyi kifayət qədər yüksəkdir. Buna görə də onlar asanlıqla çirklənmələr yarada bilərlər. Lakin bu aktivliyin qiyməti onun bir hissəsinin yüksək aktivliyi kimi qeyd olmağa imkan vermədiyi üçün belə tullantılara əsasən aşağı aktiv tullantılar kimi baxırlar.

Oxucuda nüvə yanacağı haqqında nisbətən tam təsəvvür yaratmaq məqsədi ilə atom enerjisi ilə işləyən elektrik stansiyalarda uran yanacağının keçdiyi mərhələləri nəzərdən keçirək:

1) Uran filizinin yerdən çıxarılması və onun xirdalaşdırılması; 2) Təmizlənmə prosesi (kimyəvi reaksiya yolu ilə həyata keçirilir); 3) Zənginləşdirmə (yanacağın tərkibində uran - 235- in miqdarının artırılması); 4) Nüvə-yanacaq elementinin hazırlanması; 5) Reaktorun nüvə yanacağı ilə yüklənməsi; 6) Bölünmüş yanacağın regenerasiyası; 7) Tullantıların ərazidən kənarlaşdırılıb basdırılması və ya başqa üsullarla qorunmasının təmin edilməsi.

Baxmayaraq ki, radioaktiv tullantıların çoxu reaktorda yaranır, əsas problem regenerasiya fazasında yaranır, yəni

işlənmiş radioaktiv yanacağın istilik sistemlərindən çıxarılmasıdır.

Regenerasiya qurğuları və radioaktiv tullantıların basdırılması üçün nəzərdə tutulan sahələr, adətən kənarda müxtəlif yerlərdə olur. Tullantıların bir yerdən başqa yere daşınması daimi təhlükə mənbəyi hesab olunur. Buna görə də göstərilən təhlükəni qismən də olsa azaltmaq məqsədi ilə 5, 6, 7-ci fazalarını həyata keçirmək üçün stansiyanın yaxınlığında böyük sahələrin ayrılması məqsədəuyğun hesab olunur. Normal olaraq müəyyən edilmişdir ki, yüksək aktivli 1500 m^3 tullantı və ya 3000 m^3 orta aktivli tullantılar üçün 0,5 hektar yer tələb olunur. Belə sahələr daimi nəzarətdə saxlanılmalıdır ki, torpağın və qrunut sularının çirklənməsinin qarşısı alınsın (şək. 5.7).

Nə qədər ki, nüvə elektrik stansiyalarda yanacaq kimi bölünən elementlərdən (uran, torium, plutonium) istifadə olunacaq, elektrik enerjisi istehsalı sənayesində tullantılar problemi mövcud olacaq. Müxtəlif radioaktiv izotoplar (^{90}Sr , ^{238}Pu , ^{241}Am) əmələ gəlməsi, nəticəsində meqakürilər miqyasında şüalanma mənbələri yaranır.

Atom enerjisində istifadə edilməsinin ikinci təhlükəli amili onun böyük istilik çirkləndiricisi olmasıdır. Mineral yanacaq növündən, atom yanacaq növünə keçirilməsi şübhəsiz ki, ətraf mühitə buraxılan çirkləndiricilərin həcmi azaltsa da, torpaq və suyun çirklənməsini, xüsusən istilik çirklənməsini artırır. Belə ki, istilik elektrik stansiyalarında 1 kVt-saat elektrik enerjisi istehsalı üçün, qızdırıcı sistemləri soyutmaq üçün atmosfərə və suya uyğun olaraq 400 və 135 kkal istilik buraxılır. Bu rəqəm atom elektrik stansiyalarında uyğun olaraq 130 və 1900 kkal təşkil edir. Beləliklə, orta ölçülü atom elektrik stansiyası 3000 MVt elektrik enerjisi istehsal edirsə, onun istilik tullantılarının miqdarı $5 \cdot 10^9$ kkal/saat təşkil edir.



Şək. 5.7. Çernobil AES-in və təmizləyici qurğuların yerləşdiyi ərazinin xəritəsi

Su səthinin soyuma xassəsi küləyin sürətindən və suyun temperaturundan asılı olaraq saatda 1 m^2 üçün suyun istilik çirklənməsində 1°C soyuması 7-dən 36 kkal tələb edir. Beləliklə, istiliyin səpələnməsi üçün böyük su səthi tələb olunur. Mülayim qurşaqlarda hər 1 MVt gücə təqribən 0,6 hektar sahə tələb olunur. Deyilənlərdən görünür ki, gücü 2400 MVt olan bir stansiya üçün təqribən 3500 ha torpaq sahəsi (500 ha stansiyanın özünün yerləşməsi üçün, 3000 ha soyutma suları üçün) torpaq sahəsi tələb olunur.

Hal-hazırda çox güclü soyuducu sistemlər mövcuddur ki, bunların vasitəsi ilə ətraf mühitə buraxılan suyun temperaturunu azaltmaqla, tələb olunan sahəni kəskin sürətdə azaltmaq mümkündür. Lakin, göstərilən sistemin tətbiqi

iqtisadi cəhətdən çox baha başa gəlidiyi üçün onun tətbiqi olduqca məhduddur.

İstilik çirklənmələrinin ətraf mühitə lokal təsiri aşağıdakı hallarda daha qabarıq şəkildə özünü büruzə verir.

1. Suyun temperaturunun artması suda yaşayan orqanizmlərin tərəfindən zərərli maddələrin qəbulunu sürətləndirir.

2. Temperaturun yüksək olması normal həyat rejiminin pozulmasına gətirib çıxarır.

3. Suyun temperaturunun yüksəlməsi adi yosun florasının, arzu olunmaz göy - yaşıl yosunlarla əvəz olunmasına şərait yaradır.

4. Suyun temperaturu yuxarı olduqda suda yaşayan orqanizmlərin oksigenə olan tələbatı artır. Lakin isti suda məlum olduğu kimi oksigenin miqdarı soyuq suya nisbətən həmişə az olur.

İstilik çirklənmələrinin ekosistemlərə təsir xüsusiyyətləri haqqında 4-cü fəsildə daha müfəssəl məlumat verilmişdir.

5.11. Süni radiasiya mənbələri. Nüvə partlayışları

Axırncı bir neçə onillikdə insan tərəfindən yüzlərlə radionuklidlər yaradılıb və atom enerjisindən müxtəlif məqsədlər (hərbi, tibbi, enerji istehsalında, işıqlandırıcı maddələrin istehsalında, faydalı qazıntıların axtarışında və s.) üçün istifadə olunması öyrənilmişdir. Bütün bunların nəticəsində ayrı-ayrı şəxslərin və ümumilikdə bütün dünya əhalisinin şüalanma dozası artmışdır.

Süni radiasiya mənbələri hesabına ayrı-ayrı şəxslərin aldığı şüalanma dozası bir-birindən kəskin fərqlənir. Bir çox hallarda bu dozanın qiyməti o qədər də böyük olmur. Lakin bəzi hallarda texnogen mənbələr hesabına olan şüalanmaların intensivliyi təbii mənbələrə nisbətən min dəfələrlə yüksək olur.

Axırncı 40 ildə bizim hər birimiz nüvə partlayışları nəticəsində alınan radioaktiv çöküntülərin təsirindən yaranan şüalanmaya məruz qalmışıq. Burada söhbət 1945-ci ildə Xirosima və Naqasakidə yaranan radioaktiv çöküntülərin təsirindən yox, atmosferdə keçirilən nüvə silahının sınaqları nəticəsində yaranmış radioaktiv maddələrdən gedir.

Radioaktiv maddələrin nisbətən xırda hissəcikləri uzaq məsafəyə gedib orada atmosfer yağıntıları nəticəsində torpağa çökə bilirlər.

İnsan orqanizmində göstərilən elementlərin miqdarı qoyun və marallardakı miqdarından çox aşağı olur. Bu onunla izah olunur ki, insan qida məhsullarının qəbulunda və hazırlanmasında müəyyən mərhələlər (yuyulması, bişirilməsi, duz və ədvalardan istifadə) keçdiyindən izotopların çox hissəsi qidadan ayrılır.

Oxucuda bir daha nüvə yanacağı haqqında nisbətən tam təsəvvür yaratmaq məqsədi ilə atom stansiyalarında uran yanacağının keçdiyi mərhələləri nəzərdən keçirək:

- 1) Uranın yerdən çıxarılması və onun xırdalandırılması;
- 2) Təmizlənmə prosesi (kimyəvi reaksiyaların aparılması yolu ilə həyata keçirilir);
- 3) Zənginləşdirmə (yanacağın tərkibində uran -235-in miqdarının artırılması);
- 4) nüvə yanacaq elementinin hazırlanması;
- 5) reaktorun nüvə yanacağı ilə yüklənməsi;
- 6) bölünmüş yanacağın regenerasiyası;
- 7) tullantıların basdırılması və ya başqa üsullarla izolə edilməsi.

Bu sınaqların maksimumu iki periodda qeydə alınıb -- 1954 – 1958-ci illərdə. Həmin illərdə sınaqlar İngiltərə, ABŞ və SSRİ həyata keçirirdi. İkinci period isə 1961-62-ci illəri əhatə edir. Bu illərdə sınaqlar əsasən ABŞ və SSRİ tərəfindən

aparılırdı. Birinci periodda ABŞ, ikincidə isə SSRİ partlayışların çoxunu həyata keçirmişdi.

Bu ölkələr birinci periodda dünyadakı nüvə partlayışlarının 82,2%-ni, ikinci periodda isə 84,3%-ni həyata keçirmişlər. Ümumilikdə (yeraltı, sualtı, atmosferdə və kosmik fəzada) SSRİ– 142, ABŞ isə 193 partlayış keçirmişlər. Partlayışların ümumi gücü ABŞ üçün 72,1 meqaton, SSRİ üçün 110,9 meqaton təşkil etmişdir.

1963-cü ildə bu ölkələr nüvə sınaqlarının məhdudlaşdırılması üzrə müqavilə imzaladılar. Bu müqaviləyə görə sınaqların atmosferdə, su altında və kosmik fəzada keçirilməsi qadağan olunub. O zamandan ancaq Fransa və Çin atmosferdə nüvə partlayışları keçiriblər. Lakin partlayışların gücü olduqca az olub. Axırncı partlayış 1980-cı ildə olur. Yeraltı sınaqlar indi də keçirilir, lakin onlar radioaktiv yağışlarla müşahidə olunmur.

Atmosferdə partlayış zamanı radioaktiv materialın bir hissəsi partlayış keçirilən ərazinin yaxınlığına tökülür, bir hissəsi isə troposferdə (atmosferin ən aşağı qatı) qalır. Bu hissə hava axınları tərəfindən bir coğrafi enlik dairəsində böyük məsafələrə yayılır. Orta hesabla bir aya kimi havada qalan radioaktiv hissəciklər tədricən yer səthinə düşürlər. Radioaktiv materialın böyük bir hissəsi stratosferə qalxır (50 km-ə kimi), orada uzun müddət (aylar, illər) qaldıqdan sonra bütün Yer kürəsinə səpələnir.

Radioaktiv çöküntülər bir neçə yüz radionuklidlərdən ibarət olur. Lakin onların əksəriyyətinin konsentrasiyası çox kiçikdir, yaxud da onlar çox tez parçalanırlar. İnsanın şüalanmasında nisbətən az saylı radionuklidlər iştirak edir. Nüvə partlayışları nəticəsində insanın aldığı şüalanmanın əsas törədiciləri dörd radionukliddir. Bunlar karbon-14, sezium-137, sirkonium-95 və stronsium-90-dur.

Bu və ya digər radionuklidlər hesabına yaranan şüalanmalar nüvə partlayışından sonra zamandan asılı olaraq

onların təsiri müxtəlif olur. Bunun səbəbi ondan ibarətdir ki, müxtəlif radionuklidlər müxtəlif sürətlə parçalanırlar. Məsələn, sirkonium-95-in yarımparçalanma müddəti 64 gün olduğundan o, artıq şüalanma mənbəyi olmur. Sezium-137 və stronsium-90-nın yarımparçalanma müddəti 30 il olduğundan, onlar uzun müddət təhlükəli hesab olunur. Karbon-14-ün yarımparçalanma müddəti 5730 il olduğundan şüalanma dozası az olduğundan o min illərlə şüalanma yaradır.

Müəyyən olunmuşdur ki, şüalanmanın illik dozası atmosfer partlayışları ilə düz mütənəsb olaraq dəyişir. Belə ki, 1963-cü ilə nüvə partlayışları hesabına olan şüalanmanın dozası təbii şüalanmanın 7%-ni təşkil etdiyi halda, 1966-cı ildə bu qiymət 2%, 1980-ci illərdə isə 1% yaxın olmuşdur.

Yuxarıda qeyd olunan rəqəmlər orta qiyməti (Yer kürəsi üzrə) xarakterizə edir. Partlayışların çoxu şimal yarımkürəsində həyata keçirildiyindən radioaktiv çöküntülər bu ərazilərdə daha çoxdur. Məsələn, uzaq Şimalda çobanlar sezium-137 nuklidindən aldığı şüalanma digər ərazilərə nisbətən 100, bəzi hallarda isə 1000 dəfə çox olur.

Nüvə silahı sınaqından çıxarılan ərazilərin yaxınlığında olan insanlar daha böyük şüalanmaya məruz qalırlar. Məsələn, Marşall adalarında yaşayan əhali.

Hesablamalar əsasında müəyyən olunmuşdur ki, indiyə kimi atmosferdə keçirilən bütün nüvə partlayışlarında alınan ekvivalent şüalanma dozası 30 milyon adam zivert təşkil edir. 1980-cı ilə kimi bu şüalanmanın ancaq 12%-i qəbul edilib. Qalan hissəsini isə bəşəriyyət milyon illər ərzində alacaq.

5.12. Atom energetikası

İntensiv mübahisə obyektı olan şüalandırıcı mənbələrdən biri də atom elektrik stansiyalarıdır, baxmayaraq ki, əhalinin şüalandırılmasında onların payı digər mənbələrə nisbətən çox azdır. Atom elektrik stansiyalar normal fəaliyyət göstərdikdə onların ətraf mühitə buraxdıqları radioaktiv maddələr olduqca

azdır.

XX əsrin axırlarında dünyanın 26 ölkəsində elektrik enerjisi istehsal edən 345 nüvə reaktoru mövcud olub. Bu stansiyaların ümumi gücü 220 QVt olub, dünyada istehsal olunan enerjinin 13%-ni təşkil edir. İndiyə kimi hər bir 5 ildə bu stansiyaların gücü təqribən iki dəfə artırdı. Bu tempin saxlanıb-saxlanılmaması sual altındadır. Bəzi mütəxəssislər bu tendensiyanın getdikcə azalacağını proqnozlaşdırırlar. Bunun səbəbi iqtisadiyyatın inkişaf tempinin aşağı düşməsi, elektrik enerjisinin qənaətlə işlədilməsinin reallaşması və atom stansiyaların tikintisinə qarşı əhəlinin etiraz etməsidir.

Atom elektrik stansiyası istilik – nüvə dövrünün ancaq bir hissəsidir. Bu dövr uran filizinin çıxarılmasından başlayır. Sonrakı mərhələ nüvə yanacağının istehsalıdır. AES-də işlənən nüvə yanacağı bəzi hallarda ikinci dəfə emal olunur. Bu emalda məqsəd yanacağın tərkibindəki uran və plutoniumu ayırmaqdır. Dövr bir qayda olaraq nüvə tullantılarının basdırılması ilə başa çatır.

Dövrün hər bir mərhələsində ətraf mühitə radioaktiv çöküntülər düşür. Bu çöküntülərin təsirindən işçi personal və əhali şüalanmaya məruz qalır (cədv. 5.5). Qeyd olunmalıdır ki, bu qiymətləndirmənin həyata keçirilməsi olduqca mürəkkəb və çətin bir işdir. Təkcə onu demək kifayətdir ki, hətta eyni konstruksiyaya malik olan eyni tipli qurğularda belə radioaktiv sızmanın qiyməti böyük hədd daxilində dəyişir. Bəzi hallarda qiymət milyon dəfələrlə fərqlənir.

İşçi personalın və əhəlinin məruz qaldığı şüalanmanın qiyməti
Cədvəl 5.5

Dövrün mərhələləri	Hər bir QVt enerjiyə düşən ekvivalent doza, insan · Zivert	
	İşçi personal	Əhali
Uranın çıxarılması	0,9	0,5
Uranın zənginləşdirilməsi	0,1	0,04

İstilik ayıran elementlərin hazırlanması	1,0	0,0002
Reaktorun təsirində şüalanma	10	4
İşlədilmiş yanacağın boşaldılması (regenerasiya)	10	1
Radioaktiv tullantıların boşaldılması	-	-

Nüvə reaktorundan şüalanma dozası zamandan və məsafədən asılı olur. İnsan AES-dən nə qədər uzaqda yaşayırsa, onun aldığı doza bir o qədər kiçik olur. Hər bir reaktor ətraf mühitə yarımparçalanma müddəti müxtəlif olan bir sıra radionuklidlər buraxır.

Radionuklidlərin çox hissəsi tez parçalanır, ona görə də reaktorun ətrafı üçün o qədər də əhəmiyyət kəsb etmir. Lakin onlardan bir neçəsi çox yaşayır və bütün Yer kürəsinə yayıla bilirlər. Bir sıra izotoplar isə ətraf mühitdə təcrübi olaraq sonsuz müddətdə qala bilirlər. Bununla yanaşı müxtəlif radionuklidlər özlərini müxtəlif cür aparırlar. Onlardan bəziləri ətraf mühitdə sürətlə, digərləri isə olduqca yavaş yayılırlar.

Hal-hazırda yerdən çıxarılan uran filizinin yarısı açıq, yarısı isə şaxta üsulu ilə çıxarılır. Çıxarılmış uran adətən yaxınlıqda yerləşən zənginləşdirici fabriyə göndərilir. Mədənlər və zənginləşdirici fabrikələr ətraf mühiti radionuklidlərlə çirkləndirən mənbəyə çevrilirlər. Uran filizinin çıxarılması uzun müddətdə aparıldığından həmin ərazi daha çox çirklənməyə məruz qalır. Zənginləşdirici fabrikələrdə emal prosesində böyük miqdarda tullantı alınır. Hal-hazırda işləyən zənginləşdirici fabrikələrin yaxınlığında milyonlarla ton tullantı toplanıb.

Bu tullantılar milyon illər ərzində radioaktiv olaraq qalacaqlar.

Beləliklə, tullantılar əhali üçün uzun müddətli şüalanma mənbəyidir. Bu şüalanmaların təsirini azaltmaq üçün tullantılar olan əraziyə asfalt çəkməli, yaxud polivinilxloridlə

örtülməlidir. Əlbəttə ki, örtüklər müntəzəm olaraq dəyişilməlidir.

Zənginləşdirici fabrikdən alınan uran konsentratı xüsusi zavodda yenidən emal olub təmizlənərək nüvə yanacağına çevrilir. Bu emal prosesi nəticəsində qaza oxşar və maye radioaktiv tullantılar alınır. Lakin onların radioaktivliyi dövrün digər mərhələlərinə nisbətən az olur. Nüvə yanacağı nüvə reaktorunda istifadəyə hazır olur.

Dünya ölkələrində müxtəlif tip reaktorlardan istifadə olunur. Bunların bəzilərinin soyutma sistemində su, bəzilərinin isə qazdan istifadə olunur.

Müxtəlif reaktorlardan sızmalar müxtəlif olur və böyük hədd daxilində dəyişir. Son zamanlar baxmayaraq ki, reaktorların gücü artırılır reaktorlardan sızmanın azalması müşahidə edilməkdədir. Bu bir tərəfdən reaktorların texniki cəhətdən təkmilləşdirilməsi ilə əlaqədar olsa da, digər tərəfdən Çernobıl hadisəsindən sonra təhlükəsizlik tədbirlərinin sərtləşdirilməsi ilə əlaqədardır.

İndi də nüvə-istilik dövrünün son mərhələsi olan AES tullantılarının boşaldılması zamanı və sonrakı dövrdə baş verən şüalanmanı xüsusiyyətlərini nəzərdən keçirək. Bu problem hər bir ölkənin hökumətinin nəzarətində olur. Bir çox ölkələrdə bu tullantılar seysmik nöqteyi-nəzərdən sabit olan rayonlarda, bəzi ölkələr tərəfindən isə okeanın dibində basdırılır. Fərz olunur ki, bu üsul ilə basdırılan radioaktiv tullantılar gələcəkdə insanlar üçün şüalanma mənbəyi olmayacaq. İndiyə kimi basdırılan tullantılardan gözlənilməsi ehtimal olunan qiymətləndirmə həyata keçirilməyib. Lakin «Beynəlxalq istilik-nüvə dövrünün qiymətləndirilməsi» üzrə proqram materiallarında basdırılan nüvə tullantılarının taleyi barədə müəyyən fikirlər söylənilmişdir. Bu materiallarda verilən mülahizələrə görə radioaktiv maddələr 10^5 – 10^6 ildən sonra biosferə düşə bilər.

Müəyyən olunmuşdur ki, azömürlü izotoplardan buraxılan şüalanmanın 90%-ni əhali tullantısının ətraf mühitə atılmasından

sonra 1 il müddətində, ümumilikdə şüalanmanın 98% -ni isə 5 il müddətində alır. Demək olar ki, bütün doza AES-dən bir neçə min km məsafədə olan əhaliyə təsir edə bilər.

Uzun ömürlü izotoplardan alınan şüalanma isə bütün Yer kürəsinin əhalisi tərəfindən yuxarıda qeyd olunan dozada şüalanma qəbul edir. Lakin bu şüalanmanın 90%-i uzun müddət min, yəni milyon illər ərzində baş verəcək.

5.13. Səhiyyədə istifadə olunan şüalanma mənbələri

Hal-hazırda əhalinin aldığı ümumi radioaktiv şüalanma dozasının əsas hissəsi səhiyyədə istifadə olunan texniki avadanlığın payına düşür. Bir çox ölkələrdə isə bu şüalanma dozası demək olar ki, ancaq bu avadanlıqların hesabına yaranır.

Səhiyyədə radiasiyadan həm diaqnostikada, həmçinin də müalicədə istifadə olunur. Bu avadanlıqlardan ən geniş yayılmışı rentgen qurğularıdır. Son illərdə isə radioizotoplardan istifadə əsasında yeni diaqnostik aparatlar yaradılmışdır. İlk baxışda təəccüblü də olsa xərçəngə qarşı mübarizədə radiasiya şüalanması tətbiq olunur.

Məlumdur ki, müxtəlif şəxslərin aldığı şüalanma dozası 0-dan (ömründə bir dəfə də olsun rentgendən çıxmayan adamlar), orta illik təbii şüalanma dozasından min dəfələrlə çox şüalanma alan şəxslər (xərçəngdən müalicə olunanlar). Lakin bu sahədə toplanmış informasiya çox azdır. Məsələn, məlum deyil ki, il ərzində nə qədər insan tibbi məqsədlər üçün şüalanmaya məruz qalır, onlar nə qədər şüalanma qəbul edir və nəhayət onların hansı orqanları şüalanır.

Prinsipcə səhiyyədə şüalanma sağlamlığın bərpa olunmasına yönəlib. Ancaq bir çox hallarda doza lazım olduğundan çox olur. Müəyyən olunub ki, effektivliyi azaltmaq mümkündür. Nəzərə alınmalıdır ki, insan texnogen məşəli şüalanmanın əsas hissəsini səhiyyə qurğularından alır.

Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, bu sferada ən geniş yayılmış şüalanma növü rentgen şüalanmasıdır. İnkişaf etmiş

ölkələrdən alınan məlumatlara əsasən müəyyən olunub ki, hər 1000 nəfərə orta hesabla 300-900 müayinə düşür. Bu məlumatlar flyuoroqrafiyaya aid olan məlumatlardır. İnkişaf etmiş ölkələrdə bu rəqəm hər 1000 nəfərə 100-200-dən yuxarı qalxmır.

Ölkələrin çoxunda rentgen müayinələrinin yarısı döş qəfəsinin payına düşür. Vərəmlə xəstələnmə hallarının azalması kütləvi surətdə müayinələrin sayını azaltsa da ümumi şüalanmadan (digər xəstəliklər, xüsusən ağ ciyər xərçəngi) sayı azalmamışdır. Artıq müəyyən olunub ki, ağ ciyər xərçənginin erkən aşkar olunması onun müalicə əhəmiyyətini artırır. Buna görə də bir sıra inkişaf etmiş ölkələrdə, o cümlədən ABŞ, İngiltərə, İsveç, Rusiya və digər ölkələrdə belə müayinələrin sayı kəskin azalmışdır. Ancaq bir sıra ölkələrdə yenə əhəlinin 1/3 belə müayinələrə məruz qalır.

Hətta bir ölkənin təmsalında alınmış dozalar müxtəlif klinikalarda bir-birindən kəskin fərqlənir. Tədqiqatçılar (əsasən ABŞ və Almaniya) sübut etmişlər ki, bu fərq bəzi hallarda 100 dəfədən çox olur. Digər tərəfdən bilavasitə şüalanan orqanla yanaşı digər orqanlar da müəyyən şüalanmaya məruz qalırlar.

Lakin digər faktlar da mövcuddur ki, avadanlığın təkmilləşdirilməsi hesabına şüalanma dozası aşağı salınıb. Ümumiyyətlə çalışmaq lazımdır ki, pasiyentin aldığı şüalanma mümkün qədər az olsun.

Məsələn, texniki təkmilləşdirməyə əsaslanaraq dişlərin müayinəsi üçün rentgenoqrafiyada dozanın qiymətini xeyli azaltmaq mümkün olmuşdur.

Şüalanma dozasının azaldılması, xüsusi ilə də qadınların süd vəzilərinin müayinəsində böyük əhəmiyyətə malik olur. Çünki digər analoji xəstəliklərlə müqayisədə bu orqanın xəstələnməsi daha tez-tez müşahidə edilməkdədir. Məsələn, İsveçrədə alınmış statistiki məlumatlara görə hər 1000 nəfərə düşən xəstələrin sayında ildən-ilə artma müşahidə olunur.

Rentgen şüalarının kəşf olunmasından keçən müddət ərzində rentgenodiagnostikada ən əhəmiyyətli nailiyyət kompüter tomoqrafiyasının işlənilməsi – hazırlanmasıdır. İsveçdə bu üsulla müayinə olunan xəstələrin sayı 1973-79-cü illər ərzində yüz dəfələrlə artmışdır. Bu sistemin tətbiqi nəticəsində dərindən aldığı şüalanma dozasını 5 dəfə, yumurtalıqların 25 və kişi toxumalarının 50 dəfə azaltmaq mümkün olmuşdur.

Rentgenoloji müayinələrdə orta şüalanma dozasının müəyyən edilməsi üçün olunan cəhdlər o istiqamətdə aparılırdı ki, dozanın hansı qiymətindən etibarən orqanizmdə genetik dəyişikliklər yaranır. Bu kəmiyyət **ekvivalent dozanın genetik** (EDG) qiyməti adlanır. Bu iki amillə təyin olunur: 1. Ehtimal olunur ki, pasiyentin nəticədə övladı olacaq; 2. Cinsiyyət orqanlarının şüalanma dozası.

EDG qiyməti İngiltərədə 120 mkZv, Avstraliyada – 150, keçmiş SSRİ-də isə 230 mkZv təşkil etmişdir.

Müxtəlif ölkələrdə bu sahədə aparılan tədqiqatlarda alınan nəticələrin qarşılıqlı müqayisəsi göstərir ki, inkişaf etmiş ölkələrdə səhiyyə sistemində bütün mənbələrdən alınan şüalanma dozası orta hesabla hər adam başına 1 mkZv təşkil edir. Bu qiymət insanın təbii şüalanmalardan aldığı dozanın təqribən yarısına bərabərdir. Qeyd etmək lazımdır ki, bu qiymət müxtəlif ölkələr üçün müxtəlif olub bir-birindən 3 dəfəyə qədər fərqlənə bilər.

5.14. Məişət şüalanma mənbələri

Tərkibində radioaktiv maddələr olan məişət əşyaları şüalanma mənbələri aşırdır. Bu mənbələrdən ən geniş yayılmışı siferblatı işıqlanan saatlardır. Bu saatların verdiyi şüalanma dozası AES-dən sızılan şüalanma dozasından 4 dəfə çox olur.

Adətən belə saatların hazırlanmasında radiumdan istifadə olunur ki, o da bütün orqanizmi şüalandırır. Bu saatlarda şüalanmanın qiyməti məsafədən asılı olaraq kəskin dəyişir.

Belə ki, 1 m məsafədə olan təsir 1 sm məsafədə olan təsirdən 10000 dəfə az olur. İndi çalışırlar ki, bu saatlarda radium prometiüm – 147 ilə əvəz etsinlər. Onun şüalanması radiumla müqayisədə olduqca azdır. 1987-ci ildə bu saatlar üçün beynəlxalq standartlar müəyyən olunsada, qabaqki illərdə buraxılan saatlar hələ də əhalidə çoxdur.

Radioaktiv izotoplardan, həmçinin işıqlanan giriş-çıkış göstəricilərində, kompaslarda, telefon diskələrində və digər yerlərdə tətbiq olunur.

Radionuklidlərdən istifadənin bir sahəsi də fluorescent lampaların – drossellərində tətbiqidir. 80-ci illərin ortalarında təkcə Almaniyada 100 milyona yaxın belə cihaz olub.

Bəzi sistemlərin istehsal prosesində də radioaktiv maddələrdən istifadə olunur, məsələn, olduqca nazik optik linzaların hazırlanmasında toriumdan istifadə olunur ki, bu da göz üçün olduqca zərərliyədir. Süni dişlərdə parlaqlıq vermək üçün urandan istifadə olunur, bu da ağız boşluğu üçün şüalanma mənbəyi olur. İngiltərədə bu əməliyyat qanunla qadağan olunub, ABŞ və Almaniyada isə fosfordan hazırlanan süni dişlərin tərkibində uranın buraxıla bilən səviyyəsi müəyyənəşdirilib.

Rəngli televizorlar da rentgen şüalanmaları verir. Lakin televizordan düzgün istifadədə bu şüalanmanın qiyməti cüzdür. Eləcə də aeroportlarda səmşinlərin baqajlarını yoxlamaq üçün istifadə olunan rentgen qurğuları səmşinlər üçün tamamilə təhlükəsizdir.

5.15. İonlaşdırıcı şüalanmanı ölçmək üçün istifadə olunan cihazlar

İonlaşdırıcı şüalanmanın ölçülməsi üçün istifadə olunan texniki cihazlar iki qrupa bölünür:

1. Müəssisə daxilində və ətraf mühitdə radiasiya şəraitinə nəzarət etmək üçün istifadə olunan cihazlar.

2. Məişətdə istifadə olunan ölçü cihazları.

Hal-hazırda müəssisələrdə və ekoloji mühitə nəzarət edən təşkilatlarda keçmiş SSRİ-də istehsal olunmuş və müxtəlif məqsədlər üçün istifadə olunan ionlaşdırıcı şüalanmanı ölçən çoxlu sayda cihazlar mövcuddur. Bunu nəzərə alaraq aşağıdakı cədvəllərdə (cədv. 5.6 və 5.7) müxtəlif sahələrdə radiasiya şəraitinə nəzarət üçün nəzərdə tutulan və fərdi ölçü cihazlarının (dozimetrlərin) texniki xarakteristikaları göstərilmişdir.

Radiasiya şəraitinə nəzarət üçün nəzərdə tutulmuş ölçü cihazları

Cədvəl 5.6

Cihazların markası	Ölçülən parametr, ölçü həddi	Şüalanma enerjisinin diapazonu	Ölçmənin əsas xətası, %	Cihazın qidalanması
DRQZ-0,4	Ekspozisiya dozası, mkrad 10-3-10 ⁴	0,03-3	± 15	Dövrədən
	Udulma dozası, mkrad 10-3-10 ⁴	1-25	± 15	Dövrədən
	Ekspozisiya doza-sının gücü, mkrad 1-3-10 ³	0,03-3	± 10	Dövrədən
	Udulma gücünün dozası, mkrad/s 0,1 - 10 ⁴	1,25	± 10	Dövrədən
DRQ-0,5	Ekspozisiya doza-sının gücü, mkrad/s 0,1 - 1-10 ⁴	0,04-10	± 15	Akkumulyator
	Ekspozisiya dozası, mP 0,1 - 1-10 ⁴	-	-	Akkumulyator
DKS-0,4	Ekspozisiya doza-sının gücü, mP/saat	0,05-3,0	± 25	Akkumulyator
	Ekspozisiya dozası, mP 1,0 - 1024			Akkumulyator

Qeyd. 1P = 2,58 · 10⁴ Kl/kq (Kl-Kulon), rad/san = 10⁻² Qr/san (Qr-Qrey).

Fərdi dozimetrlərin texniki xarakteristikaları

Cədvəl 5.7

Dozimetrin tipi	Ölçü həddi, R	Ölçülən şüalanma enerjisi, meV	Əsas xəta, %	Dozimetrin ölçüləri, mm
DK-0,2	0,01 –0,2	0,15-2,0	± 15	Ø 13 x 114
KID-2	0,005 1,0	0,15-3,0	± 15	Ø 17 x 111
KID-1	0,02 –0,2	0,1-3,0	± 10	Ø 15 x 113
4FK-2,3	0,02-2,0	0,1-3,0	± 20	60 x 40 x 6
IFKS-1	0,05-2,0	0,1-1,25	± 25	67 x 33 x 16
IKS-A	0,5-1·10 ³	0,05-1,25	± 10	Ø 20 x 10

Hal-hazırda radiasiyanı qiymətləndirmək üçün daha mükəmməl ölçü cihazları mövcuddur. Bu cihazlar həm onların ölçüləri, həm də enerji tələbatı və istismarı nöqteyi-nəzərindən daha əlverişlidirlər. Həmin cihazlardan bəzilərini nəzərdən keçirək.

1. Radonun detektor-indikatoru.

Bu cihaz ictimai və yaşayış binalarının havasında Radon-222-nin ekvivalent aktivliyini təyin etmək üçündür. Cihazın iş prinsipi detektorun üzərinə radonun yüklənmiş hissəciklərinin çökdürülməsinə əsaslanmışdır (şək. 5.8).



Şək. 5.8. Radon qazının detektor-indikatoru

Cihazın köməyi ilə radonun radiasiya aktivliyini müntəzəm qiymətləndirməyə və şüalanmanın dəyişmə dinamikasını izləməyə imkan verir. Cədvəl 5.8-də bu cihazın əsas texniki parametrləri təqdim edilmişdir.

Detektor – indikatorun əsas texniki göstəriciləri

Cədvəl 5.8

Həssaslıq	Nisbi vahid	0,64 ± 0,05
Astana tablosunun işləmə səviyyəsi: sarı qırmızı	Bk/m ³	100 ± 40 200 ± 60
Diapazonu	Bk/m ³	50-dən 8000-ə kimi
Cihazın məxsusi fonu	Bk/m ³	10-dan az
İşçi rejimin durumu	dəq	20 dəqiqədən az
Ölçü tsiklləri	saat	4
İki elementli qida mənbəyi	V	1,5
Temperatur diapazonu	°C	+10 - + 35
DURASELL batareyalarından istifadə etdikdə fasiləsiz iş müddəti	saat	480-dan az olmayaraq
Ölçüləri	mm	188x60x74
Kütləsi (batareyasız)	kq	0,65

2. Radioaktivliyin detektor – indikatoru KVARTEKS –RD 8901 (şək. 5.9).



Şək. 5.9. KVARTEKS –RD 8901 radioaktivlik indikatoru

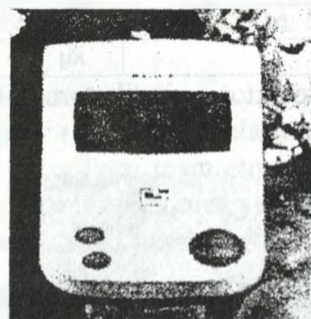
Bu cihaz vasitəsilə bərk və maye qida məhsullarını, məişət əşyalarını, inşaat materialların, qamma + beta şüalanmalarının

qiymətini təyin etməyə imkan verir. Dövrəyə qoşulandan 5 dəqiqə sonra rəqəm formasında informasiya alınır. Cihaz radioaktiv mənbəyin axtarışında da istifadə oluna bilər. Bunun üçün cihazın tumblerini «Poisk» - axtarış bölgüsünə qoymaq kifayətdir.

Əgər şüalanmanın qiyməti böyükdürsə (999 mkR/saat-dan böyük) qoşulan kimi informasiya verilir.

3. RADEKS RD 1503 radioaktivlik indikatoru (şək. 5.10).

Bu cihazdan gamma şüalanmanın qiyməti müxtəlif materiallarda (qida məhsulları, tikinti materialları, torpaq və s.) radioaktivliyin qiymətini ölçülməsi üçün istifadə olunur. Bu cihazdan şüalanma ionlaşdırıcı mənbəyinin işçiləri də istifadə edə bilərlər.



Şək. 5.10. RADEKS RD 1503 radioaktivlik indikatoru

Ölçmələr mkZv/saat və mkR/saat-la qiymətləndirilə bilər. Cihazın texniki xarakteristikaları cədv. 5.9-də göstərilmişdir.

RADEKS RD 1503 cihazının texniki xarakteristikaları

Cədvəl 5.9

Dozanın diapazon göstəricisi	mkZv/saat	0,05-dən 9,99-a qədər
Ekspozisiya dozasının diapazon göstəricisi	mkR/saat	5-dən 999- a qədər

Gamma şüalanmanın enerji diapazonu	meV	0,1-dən 1,25-ə qədər
Səs signalının səviyyəsi	mkZv/saat	0,3; 0,6; 1,2
	mkR/saat	30; 60; 120
Müşahidə müddəti	san	40 ± 0,5
Göstəricinin indikasiyası		fəsiləsiz
Fəsiləsiz iş müddəti	saat	550
Ölçüləri	mm	105 x 60 x 26
Kütləsi	kg	0,09

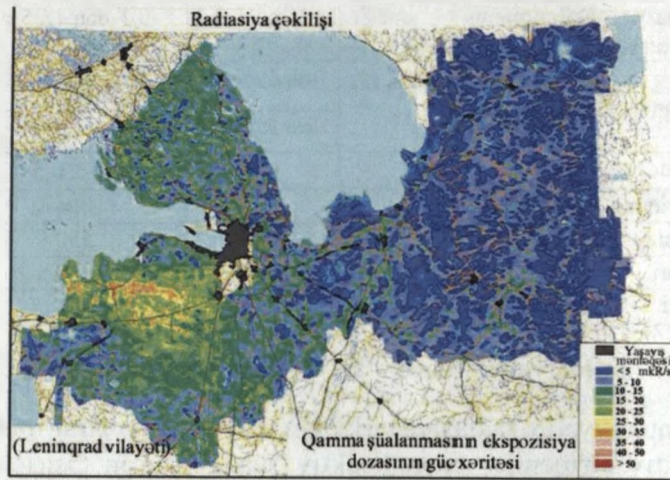
5.16. Radiasiya çirklənmələri və onların xüsusiyyətləri

Ümumiyyətlə, radiasiya çirklənmələri dedikdə ətraf mühitə radioaktiv elementlər və radioaktiv şüalanmaların təsiri başa düşülür. Radiasiya çirklənmələri müxtəlif yanaşmalar tələb edən iki aspektdən qiymətləndirilir:

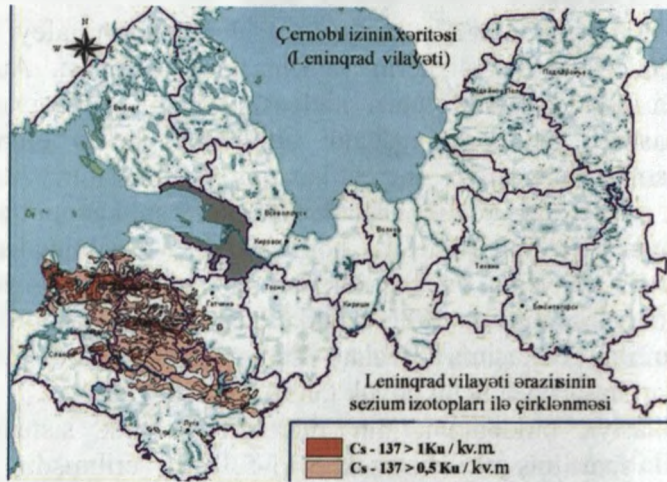
1) radioaktiv şüalanmanın ayrı-ayrı növlərə və ekosistemlərə təsiri;

2) ətraf mühitə düşən radioaktiv elementlərin taleyi və ekosistemlərin bu maddələrin yayılmasına reaksiyası. Atom silahının sınaqdan çıxarılması nəticəsində təbii radiasiyanın pozulmasına təsir göstərən ciddi amillərdən hesab olunur. Digər amil kiçik nüvə energetikasının yayılmasıdır. Atom elektrik stansiyaları texniki cəhətdən nə qədər mükəmməl olsa da onlarda müəyyən risk faizi həmişə qalır və qalmaqdadır. Son illərdə dünyanın bir çox ölkələrində radioaktiv sızmalar müşahidə olunmuşdur. 1986-cı ildə baş verən Çernobıl və 2010-cu ildə Fukusima qəzaları isə göstərdi ki, bu enerji mənbələri bəşəriyyət üçün böyük təhlükə mənbəyidir.

Radiasiya çirklənmələrinin müxtəlif kosmik sistemlər vasitəsilə aparılmış çəkilişləri şək. 5.11-5.16-da verilmişdir.



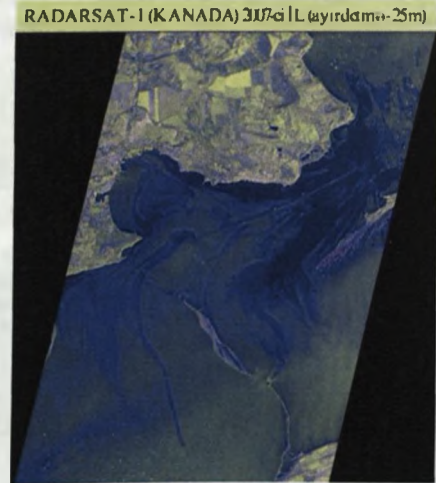
Şək.5.11. Qamma şüalanmasının ekspozisiya dozasının gücünü əks etdirən xəritəsi



Şək. 5.12. Leningrad vilayəti ərazisində Çernobil izinin xəritəsi



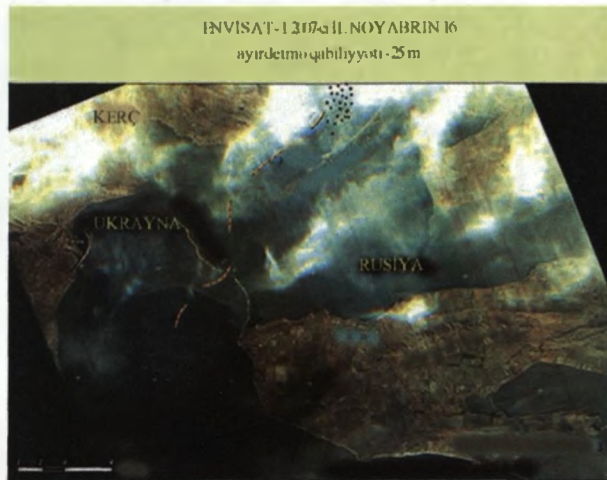
Şək. 5.13. Kosmosdan çəkilmiş radiolokasiya təsviri



Şək. 5.14. Radarsat-1 peyki vasitəsilə aparılmış yer səthinin neftlə çirklənməni əks etdirən təsviri



Şək. 5.15. 2007-ci il 16 noyabrda TERRASAR-X peykindən çekilən Kerç boğazında neftlə çirklənməni əks etdirən təsvir



Şək. 5.16. ENVISAT-1 peyki vasitəsilə Rusiya və Ukrayna ərazilərinin bir hissəsinin kosmik təsviri

VI FƏSİL. QEYRİ-İONLAŞDIRICI ŞÜALANMALAR. ELEKTROMAQNİT DALĞALARI VƏ ONLARIN XÜSUSİYYƏTLƏRİ

6.1. Elektromaqnit sahəsi

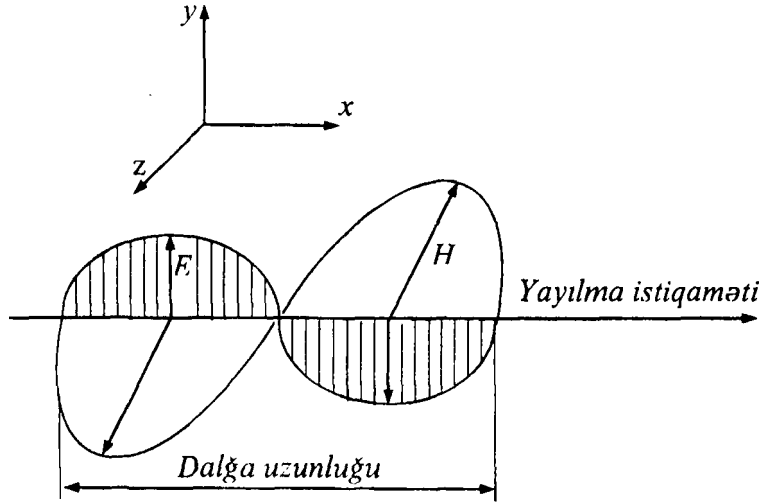
Elektromaqnit (EH) dalğaları elektromaqnit sahəsinin (EMS, ES) təsirindən yaranır. Elektromaqnit sahənin mövcudluğu proqnozunu 1832-ci ildə ingilis alimi M. Faradey tərəfindən verilmiş, 1865-ci ildə isə ingilis alimi C. Maksvell tərəfindən onun nəzəri məsələləri həll edilmiş, maqnit və elektrik sahələrinin qarşılıqlı əlaqədə olması riyazi yolla əsaslandırılmışdır. 1885-ci ildə alman alimi H. Hers təcrübədə EM sahəsini əldə etmişdir. Bu tarixdən başlayaraq ES bəşər cəmiyyətinin həyatına ciddi sürətdə nüfuz etmişdir.

EMS materiyanın xüsusi forması olub, yüklü hissəciklər arasında qarşılıqlı əlaqə nəticəsində yaranır. Sahə dəyişən elektrik və maqnit sahələrinin qarşılıqlı əlaqəsi ilə səciyyələnir. Elektrik (E) və maqnit (H) sahələrinin qarşılıqlı əlaqəsi ona əsaslanmışdır ki, onlardan hər hansı birinin dəyişməsi digərinin yaranmasına səbəb olur. Belə ki, hərəkət edən elektrik yüklərinin təcilli hərəkəti nəticəsində (mənbənin hesabına) dəyişən elektrik sahəsi yaradır, bu sahə isə qarşılıqlı fəzada (oblastda) dəyişən maqnit sahəsi yaradır. Bu sahə isə öz növbəsində dəyişən elektrik sahəsi yaradır və bu proses təkrar olunur. Beləliklə, EMS fəzada elektromaqnit dalğaları kimi bir nöqtədən digər nöqtəyə yayılır. Elektromaqnit dalğalarının sürəti məhdud olduğundan, onu yaradan səbəb (mənbə) olmadıqda belə mövcud olur.

Vakuumda EMS elektrik sahə gərginliyi E və maqnit sahəsinin induksiyası B ilə yazılır, mühitdə isə EMS əlavə olaraq iki köməkçi vahid də daxil edilir. Bunlar maqnit sahəsinin gərginliyi H və elektrik induksiyası D -dir. EMS

tərtibedicilərin elektrik yükü cərəyanla əlaqələri Maksvell tənlikləri ilə verilir.

Elektromaqnit dalğaları (EMD), yayıldığı mühitin xüsusiyyətindən asılı olaraq, müəyyən bir sürətlə yayılan elektromaqnit rəqsləridir (şək. 6.1).



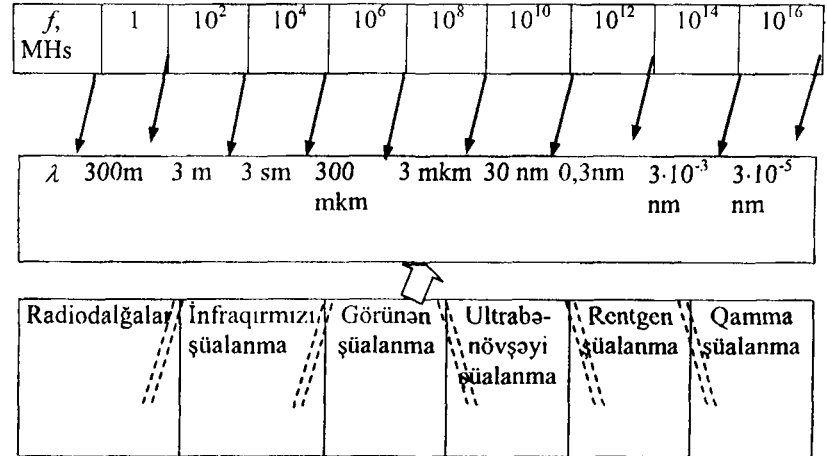
Şək. 6.1. Elektromaqnit dalğaları

Müxtəlif mühitlərdə yayılarkən EMD digər növ dalğalar kimi iki mühitin sərhəddində sınmaya, əks olunmaya, udulmaya, interferensiya və difraksiya hadisələrinə məruz qalır.

Müxtəlif diapazonlu EMD dalğa uzunluğundan asılı olaraq onların alınması, qeyd olunması, ətraf mühitin elementləri ilə qarşılıqlı əlaqə xüsusiyyətləri müxtəlif olur. EMD çox uzun dalğalardan başlayaraq infraqırmızı (İQ) dalğalara kimi şüalanma və udulma xüsusiyyətləri klassik elektrodinamika qanunları əsasında izah olunur.

Daha qısa dalğalarda isə, xüsusən rentgen və γ şüaları diapazonunda gedən proseslər kvant elektrodinamikası əsasında izah olunur.

Bütün diapazonlara aid olan EMD öz təbiətinə görə bir-birinə oxşardır. Bu dalğaların hər biri dalğa uzunluğundan asılı olaraq vahid elektromaqnit dalğa şkalasında müəyyən yer tutur (şək. 6.2).



Şək. 6.2. Elektromaqnit dalğa şkalası

Elektromaqnit şüalanmanın (EMŞ) əsas parametrləri dalğa uzunluğu (λ) və tezlikdir (f). Dalğalar fəzada yayıldıqda onlar bir-biri ilə aşağıdakı kimi əlaqələnir

$$f = \frac{c}{\lambda},$$

burada c - fəzada işıq sürətidir.

EMŞ tezliyi Hers-lə (Hs) ölçülür.

1 kHs = 10^3 Hs; 1 Meqahers (MHs) = 10^6 Hs; 1 Qiqahers (QHs) = 10^9 Hs-ə bərabərdir.

Qeyd etmək lazımdır ki, sənaye tezlikli EMŞ ($f=50$ Hs) ifrat aşağı tezlikli EMD-nin bir növüdür.

Elektrik sahəsi

Elektrik sahəsi EMŞ yaranmasının xüsusi formasıdır. Elektrik sahəsinin əsas xüsusiyyəti sahəyə daxil edilən elektrik yükünə müəyyən qüvvə ilə təsir etməsidir. Bu təsirin qiyməti yükün sürətindən asılı olmur. Elektrik sahəsinin mənbəyi elektrik yükləri (hərəkətsiz və ya hərəkət edən) və zamana görə dəyişən maqnit sahəsidir.

Elektrik sahəsinə kəmiyyətə xarakterizə edən əsas parametr – elektrik sahəsinin gərginliyidir - E . Mühitdə elektrik sahəsi sahə gərginliyi bərabər elektrik induksiya vektoru - D ilə səciyyələnir. Ümumi dalğa elektrik sahəsi Maksvell tənlikləri ilə ifadə olunur.

Maqnit sahəsi

Maqnit sahəsi EMŞ-in xüsusi halıdır və təsir qüvvəsinə malikdir. Maqnit sahəsi hərəkət edən yüklərə, cərəyanlı naqılə, həmçinin hərəkət xüsusiyyətindən asılı olmayaraq maqnit cisimlərinə təsir göstərir (şək. 6.3).



Şək. 6.3. Maqnit sahəsi elektrik yüklərinin naqildə hərəkəti nəticəsində yaranır

Maqnit sahəsinin mənbəyi hərəkət edən elektrik yükləri (cərəyanlı naqıl), maqnitləşmiş cisimlər və zamana görə dəyişən elektrik sahəsi ola bilər. Maqnit sahəsinin əsas kəmiyyət göstəricisi maqnit induksiyasıdır - B . Maqnit induksi-

yası sahənin verilən nöqtəsində elektrik yükünə və maqnit momenti olan cisimlərə təsiri ilə xarakterizə olunur.

Mühitdə maqnit sahəsinin təsirini qiymətləndirmək üçün maqnit sahə gərginliyi daxil edilir. Bu parametr maqnit induksiya ilə aşağıdakı kimi əlaqədardır:

$$H = \frac{B}{\mu},$$

burada μ - mühitin maqnit nüfuzluğudur.

Maqnit sahəsinin induksiya Tesla (Tl) ilə ölçülür.

6.2. Elektromaqnit şüalanma mənbələri.

6.2.1. Radiotezliklər və ifrat yüksək tezliklər

Radiotezlik (RT) ilə ifrat yüksək tezlik (İYT) şüalanmalarının mənbəyi insan fəaliyyətinin müxtəlif sahələrində istifadə edilən xüsusi təyinatlı texniki avadanlıqlar və əşyalardır. Nəticə etibarilə həmin avadanlıq və əşyalarda bu şüalanmaların müxtəlif fiziki xüsusiyyətlərindən istifadə olunur. Bunlara misal olaraq bu şüalanmaların fəzada yayılması, müxtəlif materiallardan əks olunma xüsusiyyəti, materialların qızdırılması, maddələrlə qarşılıqlı əlaqə və s. RT və İYT EMŞ fəzada yayılması və iki mühitin sərhəddindən əks olunmasında rabitədə (radio və televiziya, retranslyatorlarda, radio və mobil telefonlarda), radiolokasiya, naviqasiya sistemlərində geniş istifadə edilir. RT və İYT EMŞ müxtəlif materialları qızdırmaq xüsusiyyətinə malik olması, onlardan xüsusi materialların emalı texnologiyasında, yarımkeçiricilərin istehsalında, sintetik materialların qaynaq edilməsində, məişətdə yeməklərin hazırlanmasında, səhiyyədə fizioterapiya avadanlıqlarında tətbiq olunur.

Mikrodalğalı sobalarda yüksək sürətlə yeməyin hazırlanması üçün EMŞ istifadə olunur. Bu sobalar İYT tezliklərdə işləyir. Bu sobaların işçi tezliyi 2,45 QHz-dir. Bu xoşa gəlməz şüalanmalar insanlar üçün daha təhlükəlidir. Müasir sobalar

mükəmməl müdafiə quruluşuna malik olsalar da, şüalanmanın bir hissəsi sobadan xaricə çıxa bilər. Bu effekt ən çox sobanın qapısının aşağı vəziyyətində olanda qeydə alınır.

Elektromaqnit şüalanmalarının bilavasitə mənbəyi texniki qurğuların o hissələridir ki, onlar fəzada elektromaqnit dalğaları yaradırlar. Radiotexniki qurğularda bunlara antenna sistemləri, generator lampaları, maqnetronların katod çıxışları, fider traktı, materialın termoemalında bunlara işçi indikator və kondensatorlar, xüsusi razılaşdırıcı transformatorlar, kondensator batareyaları və s. aid edilir.

6.2.2. Radiolokasiya stansiyaları

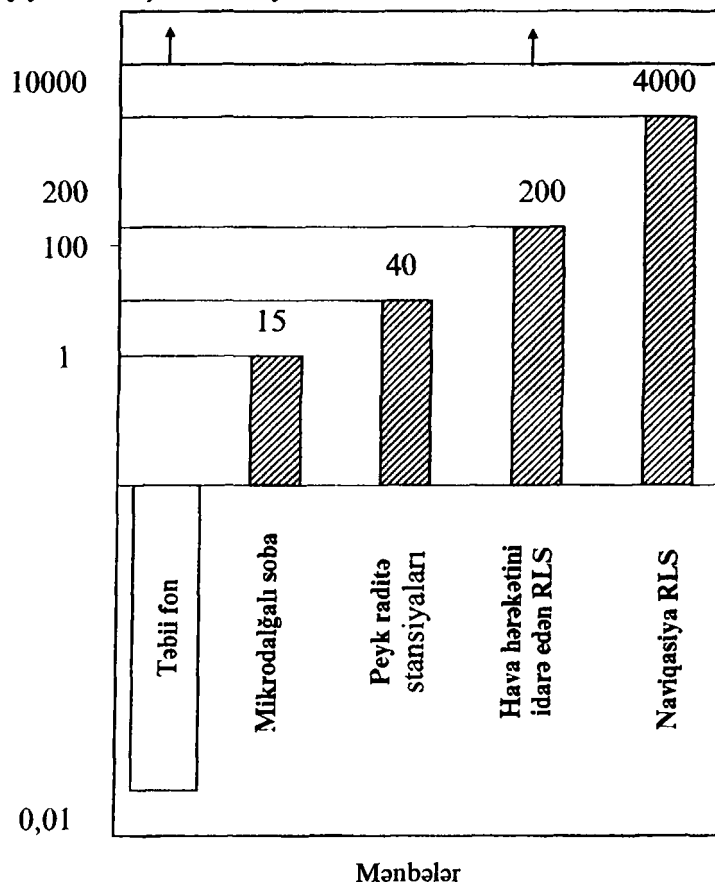
Radiolokasiya stansiyaları bir qayda olaraq güzgü tipli antennalar ilə təchiz olunur. Bunlar dar istiqamətlənmə diaqrammasına malik olub, optik ox istiqamətinə yönəlir.

Radiolokasiya stansiyalarının tezlik diapazonu adətən 500 MHS-dən 15 QHS-ə kimi olur. Lakin bəzi sistemlərin tezliyi 100 QHS-ə kimi ola bilər. Bu mənbələr tərəfindən yayılan EM siqnalları prinsipcə digər şüalanma mənbələrindən fərqlənir. Bu onunla əlaqədardır ki, antenmanın fəzada periodik olaraq yerini dəyişməsi fəzada şüalanmanın fasiləli olmasına şərait yaradır. Müxtəlif rejimlərdə işləyən radiolokasiya sistemləri bir neçə saatdan bir sutkaya kimi ola bilər. Fasiləsi 30 dəqiqə olan meteoroloji lokatorlarda şüalanma müddəti də 30 dəqiqə götürülsə, sutka ərzində onun iş müddəti 12 saat təşkil edir. Üfiqi müstəvidə şüalanma diaqramasının eni bir neçə dəqiqəyə kimi ola bilər.

Meteoroloji stansiyalar 1 km məsafədə 100 Vt/m^2 enerji sıxlığı seli (ESS) yarada bilər. Bu kəmiyyət buraxıla bilər qiymətdən təqribən altı dəfə çoxdur. Aeroportların radiolokasiya stansiyalar 60 km məsafədə $0,5 \text{ Vt/m}^2$ ESS yaradır. Gəmilərdə quraşdırılan radarlar adətən az güclü olurlar və bir neçə metrə onların təsiri 10 Vt/m^2 -dan artıq olmur. Şəkil 6.4-də radiolokasiya sistemlərinin EMŞ İYT diapazonun-

da işləyən digər şüalanma mənbələri ilə müqayisəsi göstərilmişdir.

Müxtəlif məqsədlər üçün istifadə olunan radiolokatorların gücünün artması və dairəvi iti istiqamətlənmə müşahidə zolağına malik olması İYT diapazonunda böyük ərazilərdə yüksək enerjiyə malik şüalanma yaradır.



Şəkil 6.4. Radiolokasiya stansiyalarının EMŞ İYT diapazonlarında işləyən digər mənbələrlə müqayisəsi (N.N. Qraçeva görə)

6.2.3. Peyk rabitə sistemləri

Peyk rabitə sistemləri peyklərdə və Yerdə qurulmuş qəbuledici və verici stansiyalardan ibarətdir. Peyk rabitə sisteminin antenaları iti istiqamətlənmiş olduğunda müəyyən lazım olan istiqamətlərdə şüalanma yaradırlar. Müəyyən olunmuşdur ki, stansiya yaxınlığında EMŞ gücü bir neçə yüz Vt/m^2 ola bilər. Belə böyük gücə malik olan stansiya mənbədən uzaq məsafədə belə güclü şüalanma yaradır. Məsələn, müəyyən olunmuşdur ki, gücü 225 kVt olan, 2,35 QHs-də işləyən stansiya 100 km məsafədə ESS $2,8 Vt/m^2$ olur. Bu səbəbdən bilavasitə stansiyanın yaxınlığında güclü şüalanma təhlükəsi mövcud olur.

6.2.4. Tele - və radiostansiyalar

Respublikanın ərazisində müxtəlif məqsədlər üçün fəaliyyət göstərən çoxlu sayda verici radiomərkəzlər (VRM) mövcuddur.

VRM onlar üçün ayrılmış xüsusi ərazilərdə yerləşdirilir və funksiyasından asılı olaraq on hektarlarla ərazini əhatə edə bilər. Struktur quruluşuna görə burada bilavasitə radiovericilər yerləşən texniki binalar və sahədə yerləşdirilən antenna fider sistemləri (AFS) daxildir.

EMŞ təsir xüsusiyyətinə görə stansiyaların yerləşdiyi zonaları iki hissəyə bölmək olar.

Birinci hissəyə texniki avadanlığın yerləşdirildiyi VRM ərazisi aid edilir. Bu ərazilər mühafizə olunur və oraya ancaq işçi personal buraxılır.

İkinci hissə isə stansiya ətrafında yerləşən ərazilərdir ki, burada yaşayış zonaları mövcud olur. Bu ərazidə yaşayanlar bu və ya digər dərəcədə bu şüalanmaların təsirinə məruz qalırlar.

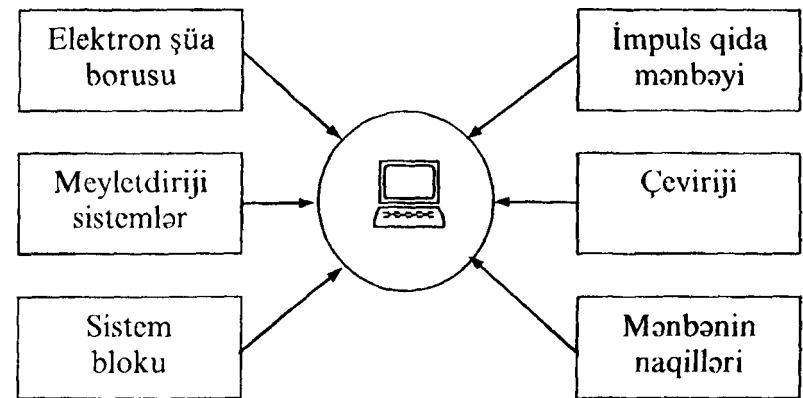
Verici radiomərkəzlərin sahəsində onlara bitişik ərazilərdə aşağı, orta və yüksək tezlikli EMŞ qeydə alınır.

Stansiya antenalarının hündürlüyü nə qədər çox olarsa, ətraf ərazilərin şüalanmaya məruz qalması bir o qədər az olur.

6.2.5. Fərdi kompüterlər

Fərdi kompüterin (FK) əsas hissələri aşağıdakılar (şək. 6.5) hesab olunur: müxtəlif səpgili informasiyanın giriş və çıxış qurğuları, klaviatura, toplayıcılar, printer, skaner və s.

Hər bir FK informasiyanın görünüşünü əks etdirən elementə malikdir. Bu elementə monitor və yaxud displey də deyilir. Bu elementin əsas komponenti elektron şüa borusudur. Bunlardan əlavə FK qidalanma rejimini təmin edən digər elektrik qurğuları da daxildir. Göstərilən bütün elementlər istifadəçinin iş yerində çox mürəkkəb elektromaqnit şərait yaradırlar.



Şək. 6.5. FK əsas şüalandırıcı elementləri

Şüalandırıcı elementlərin tezlik diapazonu 50 Hs-dən 100000 Hs-ə kimi təşkil edir. Tədqiqatlar nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, şüalanma intensivliyinin qiyməti 1000 Hs-ə kimi olan tezliklərdə daha böyük olub 4 – 12 dB təşkil edir. Ən yüksək intensivlik səviyyəsi 40 – 50 Hs-də (təqribən 8–12 dB) müşahidə olunur.

Göstərilən amillərdən başqa FK istifadəçisinə mənzildə olan məişət cihazlarının şüalanması ilə yanaşı elektrik ötürücü naqillərin və digər obyektlərin təsir göstərdiyindən istifadəçinin ətrafında çox mürəkkəb şüalanma sahələri yaranmış olur.

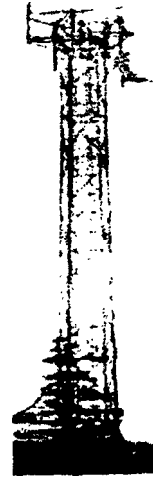
6.2.6. Sot rabitəsinin şüalandırıcıları

Sot rabitə sisteminin əsas elementi baza stansiyasıdır (BS). Bu stansiya vasitəsi ilə mobil telefonlarla radiorabitəsi təmin olunur. BS və mobil radiotelefonlar ultra yüksək tezliklərdə elektromaqnit şüalanma mənbəyidir.

Azərbaycanda əsasən GSM-900 standartlı sot rabitəsindən istifadə olunur. Bu standarta uyğun olaraq BS tezlik diapazonu 925 – 965 MHz mobil telefonların tezlik diapazonu 890 – 915 MHz, BS maksimal şüalanma gücü 40 Vt, mobil telefonların maksimal şüalanma gücü isə 0,25 Vt təşkil edir. Sotun radiusu 0,5 – 35 km arasında olur. Ümumiyyətlə sot rabitə sistemində istifadə olunan tezlik diapazonunun qiyməti 463-dən 1880 MHz-ə kimi olub, BS şüalanma gücü 20 Vt-dan 100 Vt-a kimi ola bilər. Mobil telefonların şüalanma gücü isə 0,12 Vt-dan 1 kVt-a kimi ola bilər.

BS antenaları yer səthindən 15 – 100 m hündürlükdə yerləşdirilir. Antennalar əsasən ictimai və inzibati binaların üzərində, sənaye müəssisələrinin tüstü borularında və yaxud, xüsusilə bu məqsəd üçün tikilmiş, qüllələrdən istifadə olunur (şək. 6.6).

Antennaların yerinin seçilməsini müəyyən edən amillərdən biri sanitar – gigiyenik normaların tələblərinə əməl olunmasıdır. BS eyni zamanda həm şüalandırıcı, həmçinin də qəbuledici antenna quraşdırılır. Qəbuledici antenna EMŞ mənbəyi hesab olunmur.



Şək.6.6.BS antenasının qoyulması üçün qüllə

BS antenaları sutka ərzində daimi olaraq şüalandırmır. Şüalanma ancaq antenanın xidmət zonasında abunəçilər olduğu təqdirdə baş verir. Şəhərin müxtəlif rayonlarında olan stansiyalar üçün yüklənmə intensivliyi müxtəlif olur. Gecə saatlarında BS yükü demək olar ki, olmur. Yəni stansiya əsasən ətrafa enerji şüalandırmır.

Mobil radiotelefon özü-özlüyündə kiçik ölçülü verici və qəbuledicidir. Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi ölkə üzrə hansı standartın qəbul olunmasından asılı olaraq bu telefonlarda şüalanma diapazonu 453 – 1785 MHz təşkil edir. Mobil telefonların şüalanma qücləri dəyişən kəmiyyətdir. Belə ki, BS gücü qəbul nöqtəsində nə qədər çox olarsa, mobil telefonların şüalanma gücü bir o qədər aşağı olur. Mobil radiotelefonların maksimal gücü 0,125 – 1 Vt arasında dəyişir. Ancaq real şəraitdə onların gücü 0,05 – 0,2 Vt-dan artıq olmur.

BS verici və qəbuledici antenna iki tipdə olur:

1. Üfiqi müstəvidə dairəvi şüalanma diaqramasına malik olan antenalar. Bunlardan ən geniş yayılmışı «Omni» tipli antenalardır.
2. İstiqamətlənmiş antenalar. Bu antenalarda şüalanmanın 90% dar bir şüa zolağında şüalandırılır.

6.2.7. Sənaye tezlikli elektromaqnit şüalanmalar

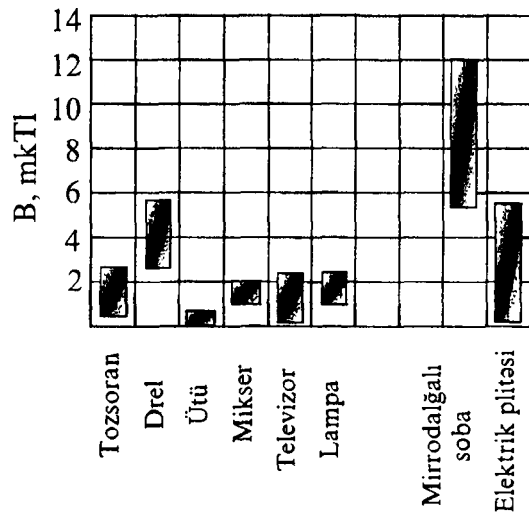
Sənaye tezlikli (50/60 Hz) elektromaqnit şüalanmalarının əsas mənbələri cərəyan keçirən sistemlərin elementləridir. Bunlara elektriki ötürücü xətləri, açıq tipli bölüşdürücü

qurğular və onların hissələri, sənaye və məişətdə işlədilən elektron avadanlıqları və cihazları aid edilir.

Məişət cihazları

Məişətdə işlədilən cihazlardan ən güclü təsir göstərənləri İYT (mikrodalğalı tezlikli) sobalar, «buz qatı» yaratmayan soyuducular, mətbəx hava sorucuları, elektrik plitələri və televizorlar hesab olunurlar. Bu cihazların təsir xüsusiyyətindən biri onların yaratdığı maqnit sahəsi hesab olunur. Müxtəlif cihazların yaratdığı maqnit sahəsi müxtəlif səviyyədə olur (şək. 6.7). Şəkildə qeyd olunan cihazlar tezliyi 50 Hs olan mənbədən qidalanırlar.

Müasir təsəvvürlərə əsasən maqnit sahəsinin təsiri insan orqanizmi üçün təhlükə yaradır ki, onun səviyyəsi 0,2 mkTl-dən böyük, təsir müddəti isə sutka ərzində 8 saatdan az olmayaraq bir neçə il ərzində davam etsin.



Şək. 6.7. 0,3 m məsafədən müxtəlif məişət cihazlarının maqnit şüalanmasının səviyyəsi (L.O. Mirovaya görə)

Cədvəl 6.1-də bir sıra məişət cihazlarının maqnit şüalanmasının səviyyəsi 0,2 mkTl olduğu təqdirdə cihazların maqnit sahəsinin qeydə alındığı məsafə göstərilmişdir.

Mənzildə maqnit sahəsi yaradan mənbələrdən biri də mənzilin daxilindəki elektrik naqilləridir. Bu naqillərin elektrik sahə gərginliyi adətən 500 B/m-dən artıq olmur. Bu isə buraxıla bilən həddən aşağıdır. Lakin uzun müddət bu sahənin təsiri altında qalmaq orqanizmdə müəyyən dəyişikliklərə səbəb ola bilər. Şəkil 6.8-də yaşayış mənzillərində maqnit sahəsinin paylanma diaqramı göstərilmişdir.

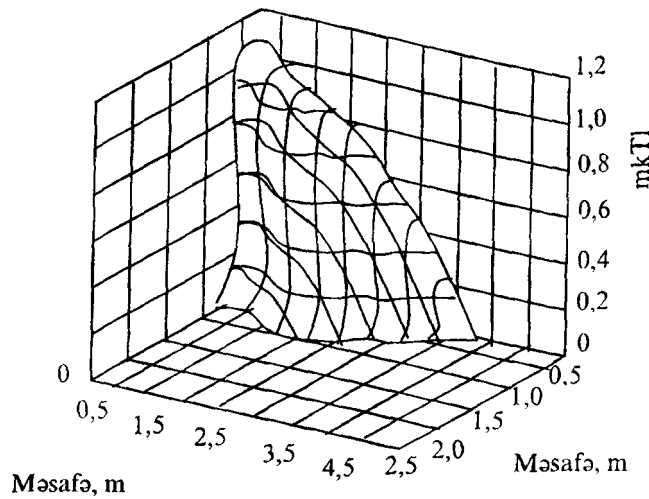
Sənaye tezliyində işləyən məişət cihazlarından maqnit sahəsinin yayılma məsafələri (N.N. Qraçyova görə)
(0,2 mkTl-dən böyük qiymətlərdə)

Cədvəl 1.1

Maqnit sahəsinin mənbəyi	0,2 mkTl-dən böyük qiymətlərdə kəmiyyəti qeydə olunma məsafəsi
Buz bağlamayan soyuducular (işləyən zaman)	Qapıdan 1,2 m arxa divardan 1,4 m
Adi soyuducular (işləyən zaman)	Kompresorun mühərrikindən 0,1 m
Üti (qızma rejimində)	Dəstəyindən 0,25 m
Televizorlar	Ekrandan 1,1, yan tərəfdən 1,2 m
Elektrik radiatoru	0,3 m
Torşer (iki lampalı)	Məftildən 0,03 m
Elektrik sobası	Qabaq tərəfdən 0,4 m

Diaqramdan görünür ki, mənzildə təhlükəsiz sahə (şəkildə bu sahə ulduzla göstərilmişdir) mənbədən uzaqlaşdıqca daha etibarlı olur.

Ətraf mühit üçün maqnit şüalanması yaradan sənaye tezlikli mənbələrdən biri də yüksək gərginlikli elektrik ötürücü xəttləridir.



Şək. 6.8. Sənaye tezlikli maqnit sahəsinin mənzildə paylanması sahə mənbəyi qeyri-yaşayış sahəsində yerləşib (Ulduzla qeyd olunan sahə təhlükəsiz sahədir) (N.N. Qraçeva görə)

Məsafədən asılı olaraq bu xətlər 500 kV-dan 20 kV-a kimi ola bilər. Müəyyən olunmuşdur ki, maqnit sahəsinin maksimal qiyməti xəttin mərkəzində müşahidə olunur. Ölçmələr zamanı təyin olunmuşdur ki, gərginliyi 500 kV olan iki məfətili elektrik ötürücü xəttində maqnit sahəsinin qiyməti hər km-ə 35 mkTl təşkil edir. Bu səbəbdən yaşayış və inzibati binalar yüksək gərginlik xəttlərindən müəyyən məsafələrdə tikilməlidir.

FƏSİL VII. ELEKTROMAQNİT SAHƏSİNİN ÖLÇÜLMƏSİ

7.1. Ölçü vahidləri

Radio və İYT EMŞ üç əsas parametrlə xarakterizə olunur: elektrik sahə gərginliyi (E), maqnit sahə gərginliyi (H) və enerji selinin sıxlığı (ESS). RT və İYT diapazonlarında şüalanmaların qiymətləndirilməsi eyni deyil. Belə ki, 300 MHz-ə kimi olan tezliklərdə elektrik və maqnit sahələrinin intensivliyi uyğun olaraq V/m (və yaxud kV/m) və A/m-lə ölçülür. İYT-də yəni 300 MHz-dən yuxarı tezliklərdə ESS $Vt/m^2 = 0,1 \text{ mVt/sm}^2 = 100 \text{ mkVt/sm}^2$ ilə ölçülür.

Maqnit sahəsinə xarakterizə etmək üçün maqnit sahəsinin induksiya kəmiyyəti daxil edilir. Maqnit induksiya dedikdə sahəyə perpendikulyar olan vahid cərəyan elementinə təsir başa düşülür.

Boşluqda maqnit sahəsinə xarakterizə etmək üçün maqnit sahə gərginliyi (H) anlayışı daxil edilir. Bu parametr A/m-lə ölçülür. Maqnit sahəsinin gərginliyi ilə induksiya arasında aşağıdakı kimi asılılıq vardır

$$B = \mu \mu_0 H,$$

burada μ_0 -maqnit sabiti adlanır və qiyməti $4 \cdot 10^{-7} \text{ Qs/m}$; μ -maddənin nisbi maqnit nüfuzluğudur.

$$1 \text{ Tl} = 7,965 \text{ A/m}; \quad 1 = 1,256 \text{ Tl}.$$

Maqnit sahəsinin gərginliyi Erstedlə ölçülür (ε).

$$1 \varepsilon = 79,58 \text{ A/m}.$$

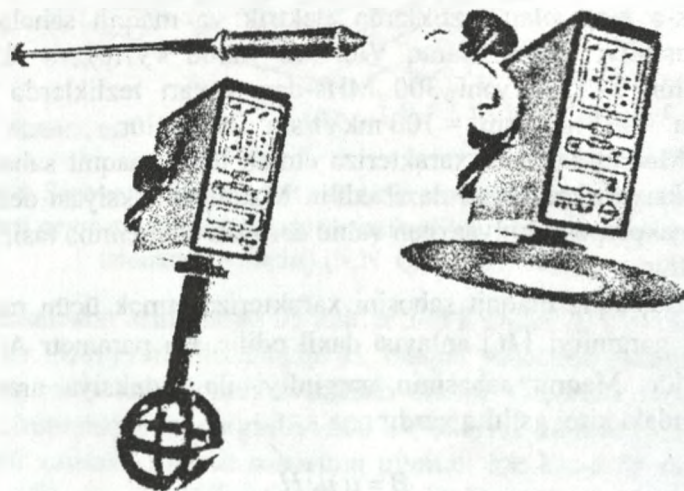
Hava mühitində $1 \text{ Qs/m} = 1 \varepsilon$ olur.

Fərdi telefonlara gəldikdə isə onların şüalanma intensivliyi SAR (Spesifik Absorption Rates) sistemi ilə qiymətləndirilir. Bu sistemdə insan beyninin hər bir kiloqramına düşən şüalanma gücü (Vt) əsas götürülür. Yəni SAR sistemində

şüalanma vahidi olaraq Vt/kq qəbul edilir. Bu qiymət nə qədər aşağı olarsa, qurğu bir o qədər təhlükəsiz hesab olunur.

7.2. Ölçü cihazları

ÜEP-04 Rusiyada istehsal olunmuş cihazdır. Elektrik sahə gərginliyini ölçmək üçün istifadə olunur. Bu cihaz «Üiklon – 04» cihazının komplektinə daxildir (şək. 7.1).



Şək. 7.1. Elektrik və maqnit sahələri ölçən «Üiklon – 04» cihazı

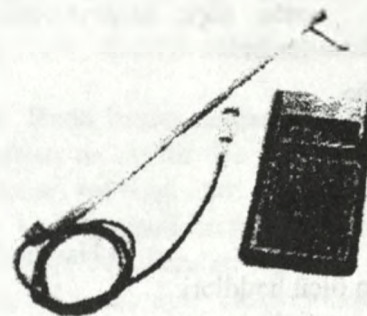
ÜEP-04 cihazı disk və dipol tipli antennalar ilə təchiz olunmuşdur. Disk antenasından kompüter texnikasının şüalanmasını, dipol antenasından isə istənilən texniki qurğunun elektrik şüalanmasına nəzarət etmək mümkündür. Cədvəl 7.1-də «Üiklon-04» cihazının texniki xarakteristikaları verilmişdir. Cihazın ölçüləri 170x170x90 mm, tələb etdiyi güc isə 2 Vt-dan artıq deyil.

«Üiklon – 04» cihazının texniki xarakteristikaları

Cədvəl 7.1

Ölçü diapazonu		Ölçü diapazonlarının tezliyi		Komplektə daxil olanlar
ÜEP-04 cihazı üçün elektrik sahə gərginliyi, V/m	Maqnit induksiyası (maqnit selinin sıxlığı), nTl	1 Şkala - Hs 2 Şkala - kHs	5 – 2000 2 - 400	İndikator bloku
0,7 - 1000	7 - 5000	Ölçmənin xətası	≤10	Dəyişilə bilən antennalar

Daha yüksək tezliklərdə elektrik və maqnit sahəsini ölçmək üçün İPM-101 cihazından istifadə olunur (şək. 7.2).



Şək. 7.2. Elektrik və maqnit sahəsini ölçən İPM-101 cihazı

Cihazın texniki göstəriciləri cədv. 7.2-də verilmişdir.

İPM-101 cihazının texniki göstəriciləri

Cədvəl 7.2.

Göstəricilər	Qiyməti
Elektrik sahəsi, V/m	
I şkala (0,03 – 1200) MHs	1 – 100
II şkala (2,4 – 2,5) QHs	1 – 100
Maqnit sahəsi, A/m	
I şkala (0,03 – 3) MHs	0,5 – 50
II şkala (1 – 50) MHs	0,5 – 50

Aşağı tezlikli EMŞ mənbələrinin elektrik və maqnit tərtibedicilərini ölçmək üçün xaricdə istehsal olunan («Wandel Coltermann» firmasının istehsal etdiyi EFA-3 markalı cihaz olduqca əlverişlidir. Bu cihaza bəzən sahə analizatoru da deyilir (şək. 7.3).



Şək. 7.3. EFA-3 sahə analizatoru (firma «Wan-del Coltermann»)

Tezlik diapazonu 5 Hs-dən 30 kHs-ə kimi
 50 Hs tezlikdə ölçü həddləri:
 Elektrik sahə gərginliyi:
 I şkala 0,5 V/m-dən 100 kV/m-ə kimi
 II şkala 0,1 V/m-dən 100 kV/m-ə kimi
 Maqnit sahə gərginliyi:
 I şkala 50 nTl-dən 10 mTl-ə kimi
 II şkala 5 nTl-dən 10 mTl-ə kimi.

Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi bir sıra hallarda (xüsusi ilə ekoloji təhlükəsizlik məsələlərində) elektrik və maqnit sahələrinin gərginlikləri yox, enerji selinin sıxlığının ölçülməsi daha məqsəduyğun hesab olunur. Bu cihazlardan ən geniş

Bu cihaz vasitəsilə cərəyan ötürən xətlərin, transformator kimi yarım- stansiyanın, sənaye və məişətdə istifadə olunan elektrik cihazlarının şüalanmalarını ölçmək mümkün olur. Cihaz interfeys vasitəsilə kompüterə qoşula bilər. Xüsusi proqram əsasında işləyən sistem dörd mindən çox informasiyanı yaddaş qurğusunda saxlaya bilər. Cihazın əsas ölçü xarakteristikaları aşağıdakılardır:

istifadə olunanları PZ-18A, PZ-19A və PZ-24-dür. Bunların texniki xarakteristikaları cədvəl 7.3-də göstərilmişdir.

Bu cihazlar əsasən İYT diapazonunda işləyən cihazların bioloji təhlükəsizliyini qiymətləndirmək üçün istifadə olunur.

PZ-18A, PZ-19A, PZ-24 cihazlarının texniki göstəriciləri

Cədvəl 7.3

Cihazın tipi	PZ-18A	PZ-19A	PZ-24
Tezlik diapazonu, QHs	0,3-40	0,3-40	0,3-178
Ölçü həddləri mkVt/sm ²	0,9-10 3200-10000	0,9-10 3200-100000	0,5-2000

7.3. Radiotezlikli və ifrat yüksək tezlikli şüalanmaların ölçü üsulları

Məlum olduğu kimi, elektrik sahəsi antennadan üç zonaya ayrılır:

1. Yaxın zona. Buna bəzən dalğanın induksiya və yaxud formalaşdırılmış zonası da deyilir. Bu zonada dalğanın elektrik və maqnit tərtibediciləri mövcud olur.

2. Aralıq zona. Buna bəzən interferensiya zonası da deyilir. Bu zonada maqnit və elektrik sahələri toplanır.

3. Uzaq zona. Bu zonaya elektromaqnit dalğalarının formalaşma zonası deyilir.

Zonaların ölçüləri antennanın tipindən, dalğa uzunluğundan və antennanın açılış sahəsindən asılı olur. Hər bir zona üçün məsafələr aşağıdakı formulalar ilə təyin olunur.

Parabolik və dairəvi antennalar üçün:

Yaxın zonanın məsafəsi – metrle.

$$R_{yax.z} = \frac{L^2}{4\lambda};$$

Aralıq zona üçün:

$$R_{ar.z} = R_{uz} - R_{yax};$$

Uzaq zona üçün:

$$R_{uz.z} = \frac{L^2}{\lambda}.$$

Digər növ antenنالار üçün

Yaxın zona:

$$R_{yax.z} = \frac{L_2 \cdot L_1}{4\lambda};$$

Aralıq zona:

$$R_{ar.z} = \frac{\lambda}{\pi};$$

Uzaq zona:

$$R_{uz.z} = \frac{L_2 \cdot L_1}{\lambda},$$

burada L -antennanın metrle ölçüləri; L_1, L_2 -antennaların üfüqi və şaquli istiqamətlərdə açılış ölçüləri – m-lə; λ -şüalanmanın dalğa uzunluğudur, m-lə.

Dalğanın formalaşdığı zonada E və H arasında aşağıdakı kimi asılılıq vardır

$$E\left(\frac{V}{m}\right) = 120 \pi H\left(\frac{A}{m}\right).$$

ESS aşağıdakı münasibətdən təyin olunur

$$ESS\left(\frac{Vt}{m^2}\right) = \frac{E^2\left(\frac{V}{m}\right)}{120 \pi} = H^2 \cdot 120 \pi.$$

Ekoloji nöqteyi-nəzərdən elektromaqnit şüalanma şəraitinin qiymətləndirilməsi üçün bütün şüalanma mənbələrinin (RT və İYT) qeydə alınması mənbələrin texniki xarakteristikalarının təyin olunması, onların yerləşmə sahəsi, şüalanmanın işləmə vaxtı, şüalanmaların güc (impuls və ya orta), antenنالının güclənmə əmsalı, antenنالının açılış sahəsi,

üfüqi və şaquli müstəvidə şüalanma diaqramı təyin olunmalı və antenنالının yerdən olan hündürlüyü təyin olunmalıdır. Cədvəl 7.4-də müxtəlif zonalarda enerji selinin sıxlığı istiqamətlənmiş antenنالalar üçün hesablama üsulu göstərilmişdir.

İYT diapazonunda ESS təyini üsulları

Cədvəl 7.4

Şüalanma zonaları	Şüalanma istiqamətinin oxu üzrə	Şüalanma oxunun kənarında
Yaxın	$ESS = 3 \frac{P_{or}}{A}$	$ESS = \frac{P_{or}}{3A}$
Aralıq	$ESS = 3 \frac{P_{or}}{A} \cdot \frac{R_{yax}}{R^2}$	-
Uzaq	$ESS = \frac{P_{or} \cdot G}{4 \pi R^2}$	$ESS = \frac{0,5 P_{or} \cdot G}{4 \pi R^2}$

Qeyd: ESS – enerji selinin sıxlığı, Vt/m^2 ; P_{or} -stansiyanın orta gücü; A - antenنالının açılış sahəsi, m^2 ; R -antenنالının ölçü aparılan nöqtəyə kimi olan məsafə, m; G -antenنالının güclənmə əmsalı şərti vahidlə (stansiyanın pasportunda verilir); N - diklik şərti vahidlə (stansiyanın pasportundan götürülür).

Əgər P_{or} , G və N parametrləri stansiyanın pasportunda verilməyibsə, bu halda, onlar aşağıdakı formulalar üzrə təyin olunurlar:

$$P_{or} = \frac{P_{imp}}{N} = (P_{imp} \cdot t)(t + a);$$

$$N = \frac{T}{t} = \frac{t + a}{t},$$

burada T -impulsun təkrarlanma periodu, san; a -impulsar arası fasilənin davam etmə müddəti, san; t -impulsun davam etmə müddəti san; P_{imp} - stansiyanın impuls gücü, Vt ;

$$G = \frac{4\pi \cdot 0,7 A}{\lambda^2} = \frac{8,8 \cdot A}{\lambda^2}.$$

Yaxın zonada istiqamətlənmiş antennadan intensivliyin orta qiymətindən yuxarı şüalanma yarana bilər. Bu halda şüalanmanın maksimal qiyməti yaxın zonada aşağıdakı kimi hesablanır

$$R = \frac{0,2 L^2}{\lambda},$$

burada L - antenanın diametri, m; λ - şüalanma dalğasının uzunluğudur, m.

Bu intensivliyin qiyməti yaxın və uzaq zonaların sərhədlərinə nisbətən orta hesabla 40 dəfə böyük olur.

ESS antennadan maksimal qiyməti aşağıdakı kimi hesablanır:

$$R_{max} = 0,67 \cdot f \cdot L^2,$$

burada f - şüalanmanın tezliyi; QHs; R_{max} - ESS maksimal qiymətinin antennadan olduğu məsafə, m; L - antenanın diametri.

ESS səviyyəsi:

$$ESS = \frac{16 P_{or}}{\pi L^2},$$

burada P_{or} - siqnalın orta gücü, Vt; ESS- enerji selinin sıxlığı, Vt/m².

Tezliyin qiyməti 300 MHs-ə kimi olduqda istiqamətlənməmiş antenalar üçün şüalanma gərginliyinin səviyyəsi aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$E = \frac{7,67 \sqrt{P_{or} \cdot G}}{R} \cdot \frac{V}{M}.$$

İstehsal şəraitində EMŞ səviyyəsi yer səthindən 0,5; 1,0 və 1,7 m hündürlükdə aparılır.

Fırlanan və skanerləşdirici antenalarından EMŞ səviyyəsi antenna dayandırıldığı təqdirdə və maksimal şüalanma istiqamətində ölçülür.

Açıq sahələrdə ölçmələr yerdən 2; 3; 6; 9 və i.a. hündürlüklərdə ölçülür.

7.4. Monitorların elektromaqnit şüalanması

Monitorların EMŞ böyük diapazonu əhatə edir. Təsir xüsusiyyətlərinə görə bunların şüalanması 5 Hs-dən 400 kHs-ə kimi aparılmalıdır.

Müəyyən olunmuşdur ki, bütün videodispley terminalının elementlərinin (qida mənbəyi, meyletdirici sistemlər, yüksək gərginlik transformatorları və s.) şüalanması ölçən cihazlar geniş tezlik spektrinə malik olmalıdır.

Ölçüləcək maqnit selinin sıxlığı müxtəlif diapazonlarda müxtəlif qiymətlər alır.

Belə ki, qiymət 5 Hs–2 Hs(I diapazon)-da 200 – 5000 nTl, 2 – 400 kHs-də (II diapazon)-da– 10 – 1000 Tl-ya kimi olur.

Ölçülən elektrik sahə gərginliyinin qiyməti I diapazonda 10 – 1000 V/m, II diapazonda isə 1 – 100 V/m təşkil edir.

Sistemi qidalandıran birləşdirici naqillərin (kabellərin) maqnit sahəsinin qiyməti I diapazonda 40 nTl-dən, II diapazonda isə 5 nTl-dən çox olmamalıdır.

Verilən oblastda ölçmələrin aparılması üçün maqnit və elektriki sahələrinin ölçülməsində xüsusi texniki avadanlıqdan və ekranlaşmış kameradan istifadə olunmalıdır. Nümunə kimi İsveçdə istehsal olunan bəzi cihazların xarakteristikalarını göstərək (cəđ. 7.5).

Xarici ölkələrdə istifadə olunan bəzi ölçü cihazlarının
xarakteristikaları

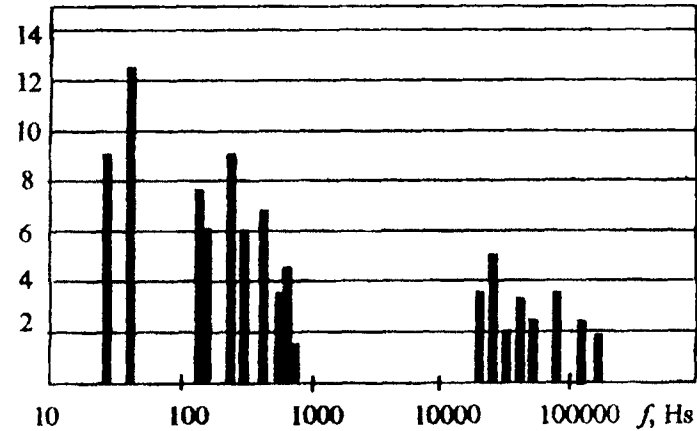
Cədvəl 7.5

Xarakteristikalar	Cihazın modeli			
	BMM-3	BMM-4	EMM-4	
Tezlik diapazonu	5 – 2000 Hs	2 – 400 kHs	5 – 2000 Hs	2 – 400 kHs
Ölçü vahidi	200 nTl	200 nTl	2000 V/m	200 V/m
	2 mkTl	2 mkTl		
	20 mkTl			
	200 mkTl			
Ölçü xətası	< 40 nTl	< 1,5 nTl		< 0,06 V/m

VIII FƏSİL. TEXNİKİ AVADANLIQLARIN
ELEKTROMAQNİT ŞÜALANMALARININ
QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

8.1. Fərdi kompüterlərin elektromaqnit şüalanmalarının
qiymətləndirilməsi

Fərdi kompüterlərlə yaradılan EŞ mürəkkəb spektral tərkibə malik olub 0-dan 1000 MHs-ə kimi tezlik diapazonunu əhatə edir. EŞ həm elektrik (E), həmçinin də maqnit tərtibedicisi (H) olur və onlar ayrı – ayrılıqda qiymətləndirilir. FK şüalanmasının spektral xarakteristikası şəkl. 8.1-də göstərilmişdir. Burada tezlik diapazonu 10 Hs – 400 kHs təşkil edir.



Şəkl. 8.1. 10 – 400 kHs tezliklərdə FK spektral xarakteristikası (N.N. Qraçeva görə).

8.1.1. FK displeyinin şüalanma elementləri

Videodispley terminalının əsas elektromaqnit şüalanma mənbələri elektron-şüa borusu, açılış elementləri, impuls qida mənbəyi və videogücləndiricidir.

Elektron-şüa borusu elektronları müşahidəçiyə tərəf şüalandırır. Burada şüalanmalar elektronlar elektron-şüa borusunun ekranına dəydikdə və sürətlərinin azalması prosesində yaranır. Bundan əlavə elektronları sürətləndirmək məqsədi ilə qiyməti bir neçə kilovatt olan gərginlikdən istifadə olunur. Buna görə də monitorun ətrafında elektrostatik sahə mövcud olur. Bu monitorun arxası və yan tərəflərindən daha güclü olur.

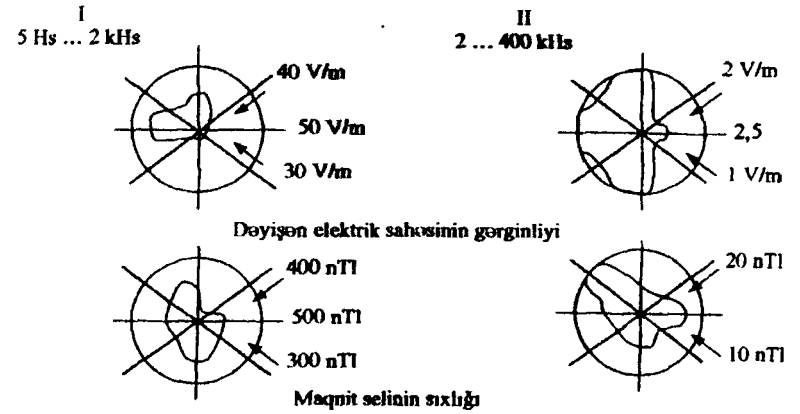
Elektron-şüa boruları istifadə olunan adi videodispley elementlərində üç əsas prosədə daha çox şüalanma yaranır:

- mənbəyə qoşulan elektrik ötürücü naqilin yaratdığı elektromaqnit şüalanması. Bu şüalanmanın qiyməti adətən 50 Hs olur. Əgər qidalanma prosesində impuls qida mənbəyindən istifadə olunarsa, bu halda şüalanma tezliyi 20 – 100 kHs arasında olur;

- elektron şüasının boruda hərəkətini şaquli müstəvidə hərəkət etdirən idarə etmə sxemləri. Bunların təsirindən şüalanma tezliyi 50 Hs-dən 2 kHs-ə kimi ola bilər. Şüanı üfiqi müstəvidə hərəkəti və ekranda müəyyən simvolların canlandırılması prosesində şüalanma tezliyinin diapazonu 2 kHs-dən 400 kHs-ə kimi dəyişə bilər;

- impuls qida mənbəyi də ümumi şüalanmaya öz töhvəsini verir. Bu mənbəyin yaratdığı şüalanmaların tezlik diapazonu 10–500 kHs təşkil edir. Burada şüalanmanın yaranmasına əsas səbəb kommutasiya prosesləridir ki, bunlar da diodlar və tranzistorlar vasitəsilə idarə edilir.

Bəzi müəlliflər göstərir ki, elektromaqnit sahə şüalanmasının mürəkkəb formada olması və onun müəyyən edilmiş normativ qiymətlərdən kənara çıxması bilavasitə istifadəçiyə yox, otaqda olan digər işçilər üçün daha böyük təhlükə yarada bilər. Bu onunla izah olunur ki, istiqamətlənmə diaqramının formasından asılı olaraq şüalanmanın təsir zonası onun tam formalaşma məsafəsi ilə də əlaqədardır. Uzaq məsafədə təsir effekti daha çox olur (şək. 8.2).



Şək. 8.2. Displeylərin elektromaqnit şüalanma diaqramları

Hal-hazırda kompüter bazarında çoxlu sayda FK və mühafizə süzgəcləri mövcuddur. Bu kompüterlərdən bir çoxunun ümumiyyətlə sertifikatı yoxdur, yerdə qalanlarının isə ancaq 10-15% 1990-cı il İsveç standartına uyğundur. Adətən bu standartla uyğun olan kompüterlər çox baha olduğundan bunları ancaq böyük şirkətlər, firmələr və əhəlinin imkanlı təbəqəsi almaq imkanındadır.

Xaricdə aparılan tədqiqatlar nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, hətta bahalı kompüterlərin içərisində AGRAS örtüyü olan (antiblik və antistatik xassəyə malik olan xüsusi təbəqə) kompüterlərə çox az rast gəlinir. Ancaq qeyd olunmalıdır ki, bir sıra tanınmış firmalar tərəfindən buraxıdan həmin mühafizə təbəqəsi ilə təmin edirlər. Məsələn, NEC firmasının istehsal etdiyi MultiSunc 5Fge modeli belə mühafizə örtükləri ilə təmin olunurlar.

Rusiya Federasiyasının sanitar-epidemioloji nəzarət komitəsi bir sıra kompüter modelləri üçün displeylərin şüalanma xarakteristikalarını müəyyənləşdirmişdir. (Cədvəl 8.1).

Bir sıra display modellərinin şüalanma xarakteristikası

Cədvəl 8.1

Model	H1, nT1 (250 nT1)	H2, nT1 (250 nT1)	E1, (V/m) (25 V/m)	E2, (V/m) (25 V/m)	Elektrostatik potensial kV (500V)
Funai ESM	100	10,6	18	1,68	1,5
Samsung Sens 700	70	1,2	-	1,7	0
Samsung CFS9637L	176	17,5	1,2	0,54	1,0
Gaspar DS- 1480	186	18,2	6,1	2,22	0,6
Apple Multiple M- 1198	102	14,4	19,1	0,95	2,8
Apple Multiple M- 2611	98	13,8	24,5	1,26	1,0
Apple Multiple M- 3379	92	15	18,2	1,59	4,0

Qeyd: H1, E1 parametrlərinin qiyməti 5 Hs – 2 kHs tezlikdə, H2, E2 isə 2 – 400 kHs tezlikdə ölçülmüşdür. Mötərizədə 1990 – 08 İsveç standartının müvafiq parametrlərə qoyulan bəzi tələbləri göstərilmişdir.

İsveçdə Şüalanmadan Mühafizə İnstitutu 150-dən yuxarı display modelləri üçün institut tərəfindən aparılmış bəzi ölçmə nəticələrini nəşr etdirmişdir.

8.2. Mobil rabitə dövrlərində şüalanmanın qiymətləndirilməsi.

8.2.1. Mobil telefonların şüalanmaları

Gücü böyük olan radioötürücüsü verici və radiolokasiya sistemlərinin tətbiqi ilə əlaqədar olaraq, radiotezlikli şüalanmaların insan orqanizminə təsir xüsusiyyətlərinin araşdırılması bir neçə onillik bundan qabaq başlanılmışdır. Lakin mobil telefonların gücü yuxarıda göstərilənlərə nisbətən çox kiçik olduğundan, İYT diapazonunda bunların şüalan-

masının qiyməti müqayisə olunmalıdır. Radiotelefonların bioloji təsiri iki nöqtəyi-nəzərdən qiymətləndirilir. Bunlardan biri **istilik** təsiridir, buna bəzən **karaktogen** təsir də deyilir. İkinci təsir növü **qeyri-istilik** təsir növüdür. Buna bəzən **nevroloji** və **epidemioloji** təsir növü də deyilir. Hər iki amilin öyrənilməsi aşağı güclü şüalanmaların insan orqanizminə təsirini qiymətləndirilməsi imkanındır.

Qeyd olunan amillərin araşdırılması nəticəsində zəif güclü şüalanmaların insan orqanizminə təsirinin bir sıra xüsusiyyətlərini təyin etmək mümkün olmuşdur. Araşdırmalar zamanı şüalanma intensivliyin qiyməti hər bir kiloqram üçün 2 Vt/kq-dan az olmuşdur.

Birinci belə şüalanmalar əsəb sisteminə təsir göstərir. İkinci görmə qabiliyyətinə təsir göstərir. Müəyyən olunmuşdur ki, baş beyin hüceyrələrinin temperaturunun yarım dərəcə (Selsi şkalası) qalxması belə görmə sistemə təsir göstərir. Əsəb sistemə təsir özünü baş ağrılarında, yaddaşın müvəqqəti korlanmasında, diqqətsizliyin müşahidə edilməsi halları ilə qeydə alınmışdır. Alınan digər əsas nəticələrdən biri də odur ki, radiotelefondan istifadə orqanizm üçün nəticəsiz qalmır. Təsirin nəticələri orqanizmdə tədricən toplanır. Orqanizmin fərdi xüsusiyyətlərindən asılı olaraq müəyyən zaman keçdiyindən sonra özünü bu və ya digər formada biruzə verməyə başlayır. Qeyd etmək lazımdır ki, rəqəmli radio telefonların təsiri analoq telefonlara nisbətən daha böyükdür. Belə ki, rəqəmli siqnallar bir növ sağlam hüceyrələri elə bil ki, «bombardman» edir. Bu sahədə aparılan tədqiqatlar hələ başa çatdırılmadığından az güclü İYT şüalanmalar üçün şüalanmanın təsir effekti siqnalın parametrlərindən necə asılı olması hələ aydınlaşdırılmayıb.

Mütəxəssislər fərz edirlər ki, mikrodalğa şüalanmasının təsirindən beyin toxumlarının zədələnməsi nəticəsindən xərçəng, katarakta, Parkinson və Altsgeymer xəstəliklərinin yaranma ehtimalları çox böyükdür. Hal-hazırda əsas tədqiqatlar

heyvanlar üzərində aparıldığından, onların nəticələrinin bilavasitə insana aid edilməsi mümkün deyil. Məsələn, dovşanlar üzərində aparılan müşahidələr göstərir ki, dovşanın beynini 15 dəqiqə müddətində şüalanmaya məruz qoyuqda onun beyin toxumalarında aradan qalxmayan fəsadlar baş verir.

Aparılan ölçmələr zamanı müəyyən olunmuşdur ki, radiotelefon vasitəsilə şüalananan enerjinin ancaq 30%-i baza stansiyası ilə rabitə yaratmağa sərf olunur. Şüalanmanın yerdə qalan 70%-in çox hissəsi isə abunəçinin bədəni tərəfindən udulur. Bunu aradan qaldırmaq məqsədilə Microshield firması çox sadə və ucuz bir müdafiə elementi təklif etmişdir. Bu element adi dəri çexoldan ibarətdir ki, onun üzərində klaviatura üçün pəncərə qoyulur. Dəri çexolun içərisinə xüsusi ultra nazik qoruyucu tor təbəqə yerləşdirilir ki, nəticədə bu təbəqə şüalanma üçün ekran rolunu oynayır. Bu təbəqə zərərli şüalanmanın 90%-ni udur.

İstifadə olunan radiotelefonların əksəriyyəti belə qoruyucu elementlə təmin olunmadığından, abunəçiləri maraqlandıran əsas – sual budur: «xüsusi qoruyucu element olmadan mikro-dalğa şüalanmalarının zərərli təsirindən qorunmaq mümkündürmü?». Mütəxəssislərin fikrincə şüalanmanın təsirini zəiflətmək üçün bir neçə qaydaya əməl olunmalıdır: radiotelefon və adi telefondan eyni zamanda istifadə edilməməlidir; mümkün qədər avtomatıdan danışmaq aparıl-mamalıdır və ən əsası radiotelefonla mümkün qədər az danışılmalıdır.

Kardiostimulyatordan istifadə edən xəstələr telefonu pəncək və paltonun cibində saxlamaq məsləhət görülmür. Çünki, radiotelefonun antenası, gücü az olsa da, böyük şüalanma mənbəyi olduğundan kardiostimulyatorun iş rejimini poza bilər.

8.2.2. Bir sıra radiotelefon modellərinin elektromaqnit şüalanmasının qiymətləndirilməsi

Mobil telefonların elektromaqnit şüalanmasının bioloji təsirin qiymətləndirilməsinin cəmiyyət üçün böyük əhəmiyyəti vardır. Kütləvi informasiya vasitələrində bu mövzuda dərc olunmuş yazılarda müxtəlif səpgili uyğunsuzluqların olması ictimai fikri bir növ çaşdırır. Bu nöqteyi – nəzərdən bəzi məlumatların ictimaiyyətə çatdırılması bu boşluğun nisbətən də olsa doldurulmasına şərait yaradır.

GSM tipli mobil telefonlar İsveçrə testi əsasında yoxlanılmışdır. Yoxlama nəticələri göstərir ki, onların təsirindən insan başı tərəfindən udulan enerjinin qiyməti Avropa standartlarının həddi daxilindədir.

Ölçmə nəticələrinin birinci qrupuna xüsusi udma gücü SAR (Specific Absorption Rates) daxil edilmişdir. İlk dəfə olaraq bu ölçmələr İsveçrənin Sürix şəhərində yerləşən Federal Texnologiya İnstitutunda Nils Kuster tərəfindən aparılmış və 1997-ci ilin oktyabrında ictimaiyyətin nəzərinə çatdırılmışdır.

Hər bir telefon üçün CENELEK Avropa standartına uyğun olaraq 16 pozisiyada ölçmələr aparılmışdır. Pozisiyalar müəyyən olunarkən telefonun sağ və sol qulaqdan olan vəziyyətləri, antenanın forması, onun şüalandırma qabiliyyəti və s. nəzərə alınmışdır. Ölçmə nəticələri cədv. 8.2-də göstərilmişdir.

SAR ölçülmüş maksimumun qiyməti 90% istifadəçilərin iş rejimini xarakterizə edir. Ölçmələrin dəqiqliyi təqribən $\pm 25\%$ təşkil edir. Ölçmələr aparılan bütün telefonlar GSM-900 standartına uyğun olub (Azərbaycanda əsasən bu standartdan istifadə olunur) çıxış gücü 0,25 Vt təşkil edir.

Hal – hazırda radiotelefonların təhlükəsizliyi SAR standartlarına uyğun olaraq beynin hər bir kiloqramına düşən şüalanma enerjisini Vt/kq-la qiymətləndirir. SAR udulmuş

şüalanma enerjisini bütün bədənə kütləsinə görə də qiymətləndirilə bilər (Vt/kq).

Britaniya mütəxəssisləri göstərir ki, mobil telefonlarda istifadə olunan qulaqcıqlar abunəçi üçün bilavasitə telefonun özündən daha təhlükəlidir. Bu vaxta kimi hesab edirdilər ki, qulaqcıqlardan istifadə olunduqda şüalanma enerjisi azalmış olur. Həqiqətdə isə qulaqcıqların məfilləri özünü bir qəbuledici antenna kimi aparır və nəticədə orqanizmin qəbul etdiyi şüalanma enerjisinin miqdarı radiotelefonun özünün şüalandırdığı enerjiden üç dəfədən də artıq olur.

Ölçmələrin nəticələri

Cədvəl 8.2

İstehsalçı	Model	Antennanın tipi	Çıxış gücü 0,25 Vt olmaqla hər 10 q çəkiyə düşən SAR, (Vt/kq)
Hagemuk	Handu	JS	0,28
Motorolla	Star Tac	D	0,33
Sonu	CM-DX 1000	D	0,41
Nokia	8110i	Sp	0,73
Motorolla	D160	D	0,81
Sonu	CMD-Z1	D	0,88
Ericson	CF788	Sp	0,91
Ericson	CHF688	Sp	0,95
Panasonic	EB650	D	0,98
Sharp	TAG700	D	1,01
Tright Phillips	Greime	D	1,05
Nokia	1611	Sp	1,06
Phillips	Diga	Sp	1,06
AsCOM	Axento	D	1,25
Bosch	M-CO11-906	D	1,32
AsCOM	Elisto	Sp	1,33

Qeyd. Antennanın tipi: JS -içəri salınmış; D-dipol; Sp-Spiral

8.2.3. Mobil telefon rabitəsində elektromaqnit şüalanmasının buraxıla bilən səviyyəsi

Mobil radiotelefondan istifadənin sürətlə artması ilə zərərli elektromaqnit şüalanmasının təsirinə məruz qalanların sayı da durmadan artır. Əgər kompüter texnikası sahəsində elektromaqnit şüalanmanın azaldılması yollar üçün xaricdə böyük diqqət verildiyi halda, radiotelefonlara bunu aid etmək olmaz. Bu məsələ ilə bilavasitə ancaq GSM standartı üzrə işləyən mütəxəssislər məşğul olsalar da, onlar üçün də problem həll edilməmiş qalır.

Bir çox hallarda nəinki radiotelefon abunəçilərinin özləri, hətta bu sahədə daimi fəaliyyət göstərən operatorlar belə bu şüalanmanın təhlükəsi haqqında tam təsəvvürə malik deyillər.

Hər bir mobil rabitə sistemi bir-birilə əlaqədar olan radio bloklarından ibarətdir. Hər bir blok xüsusi radiodalğalara malik olan BS mövcuddur. Hər bir blokun kanalları bir-birindən fərqlənir. BS qruplarına BS nəzarətçisi idarə edir. Onun funksiyası güclərin paylanmasını idarə etməkdir.

Mobil rabitə sisteminin təsir dairəsinin radiusundan asılı olaraq BS gücü adətən 30 – 100 Vt arasında olur.

Qeyd olunan stansiyaların antenna qurğuları tərəfindən şüalandırılan EMŞ təsirinə müxtəlif kateqoriyalı şəxslər məruz qalırlar. Bunları üç qrupa ayırmaq olar: birinci qrupa xidmət sahəsi ilə əlaqədar olaraq EMŞ təsirinə məruz qalan şəxslər; ikinci qrupa BS yaxınlığında yaşayan əhali; üçüncü qrupa isə radiotelefondan istifadəçilər aid edilir. Hər bir qrup üçün şüalanma normaları (buraxıla bilən) müxtəlif olmalıdır və lazımi standartlarda qəbul edilməlidir.

Bu tələblər EMŞ insan orqanizminə təsir xüsusiyyətlərini nəzərə alır: radiotelefonların antenası bilavasitə istifadəçinin yaxınlığında yerləşir; şüalanmaya ancaq bədənə müəyyən hissələri – əsasən bədənə yuxarı hissələri və baş; EMŞ şüalan-

dırıcı fasiləli rejimdə işlədikdə istifadəçi daha çox şüalanmaya məruz qalır.

Rusiya Elmlər Akademiyasının mütəxəssisləri tərəfindən EMS canlı orqanizmə bioloji təsir xüsusiyyətlərini tədqiq edilmişdir. Bu tədqiqatlarda əsasən şüalanmaya daha həssas orqanlara (mərkəzi sinir sistemi; immun sistemi; adrenal sistemi) daha çox diqqət yetirilmişdir.

Alınan nəticələr göstərir ki, əgər ESS 500 mkVt-dan az olarsa, onun orqanizmə zərərli təsiri olmur. 250 mkVt/sm² qiymətində təsir hər gün üç ay müddətində baş verərsə, bu bioloji təsirin astanası hesab olunur. Radiotelefon istifadəçiləri içində bu qiymət qənaətbəxş hesab olunur.

Radiotelefon abunəçiləri üçün şüalanma norması kimi (təhlükəsizlik) bir saatda 100 mkVt/sm² təyin olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, bütün abunəçilərin 50%-indən çoxu sutka ərzində 1 saatdan çox danışır. Bu tətbiq edilən normadan (240 mkVt/sm²) az olduğu üçün təhlükəsiz hesab olunur. Bilavasitə BS yaxınlığında yaşayan əhali üçün ESS 10 mkVt/sm²-dan böyük olmamalıdır. Bu şərti şüalanma gücü 1 Vt-a kimi olan stansiyalar təmin edir.

Bəzi ölkələrin və Beynəlxalq təşkilatların standartları

Cədvəl 8.3

Ölkələr, təşkilatlar	Normativ sənədlərin yayılma oblastı	Tezlik diapazonu, MHz	Buraxıla bilən təsir, mkVt/sm ²	Ortalaşdırılmış vaxt, dəq
Rusiya Federasiyası	Radiotelefon abunəçiləri	400 – 1200	100	-
ABŞ	Nəzarət olunmayan şərait	300 - 300000	200 – 2000	30
Almaniya	İşçi personal və əhali	300 – 3000	200 – 1000	6

Ümumdünya səhiyyə təşkilatı, tövsiyə IRPA/INI RC	Əhali	400 – 2000	200 – 1000	6
CENELEK (standartların layihəsi)	Nəzarət olunmayan şərait	400 – 2000	2000 - 1000	6

Qeyd: INIRC – İonlaşdırıcı şüalanmadan mühafizə üzrə beynəlxalq komitə; CENELEK – Elektromaqnit standartlaşma- sı üzrə Avropa komitəsi.

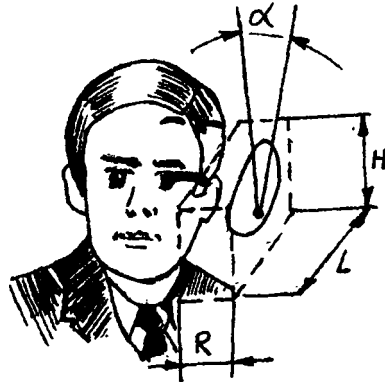
Cədvəl 8.3-də bəzi ölkələrin qəbul etdiyi milli standartlar və beynəlxalq təşkilatların tövsiyələri verilmişdir. Cədvəldən görünür ki, Beynəlxalq Səhiyyə təşkilatının tövsiyələri digər ölkələrin milli standartlarından fərqlidir. Bu onunla izah olunur ki, hər bir ölkə üçün şüalanma intensivliyinin sıxlığı böyük hədd daxilində dəyişir.

8.2.4. Mobil rabitə sistemində elektromaqnit təhlükəsizliyinin parametrləri

Yuxarıda qeyd olundu ki, mobil radiotelefonlar üçün təhlükəsizlik şüalanma həddi 100 mkVt/sm²-dir. Lakin telefon- dan istifadə etdikdə çox müxtəlif vəziyyətlər (telefonla insan başı arasında) alınır (şək. 8.3).

Şəkildən görünür ki, şüalanma təsirinin effekti şüalanma gücü ilə yanaşı real həndəsi R, L, H və α parametrlərindən də asılı olur.

Ölçmələr zamanı müəyyən olunmuşdur ki, EMS R, L, H fəzasının dəyişməsindən asılı olaraq dəyişir. Bu səbəbdən ölçü cihazının bu fəzada yerinin azacıq dəyişməsi ölçü nəticələrinə hiss olunacaq dərəcədə təsir göstərir.



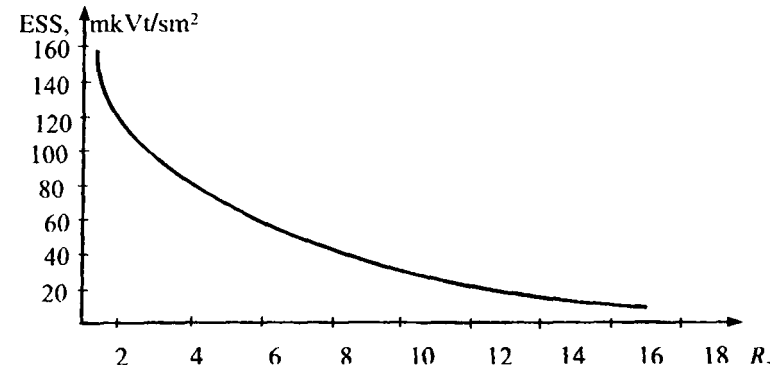
Şək. 8.3. Həndəsi parametrlərin şüalanma intensivliyinə təsiri

Təvsiyə olunur ki, EMŞ enerji sıxlığı PZ-20 və yaxud onun analoqları ölçülsün. Təcrübə nəticələri göstərir ki, ölçmələr aparılarkən ölçü cihazı ilə telefon arasındakı məsafə 2 sm-dən 10 sm-dək dəyişdirilir. Alınmış nəticələr statistik emal olunur.

Ölçü dəqiqliyini artırmaq üçün ölçü cihazını telefonun üst panelində 10 müxtəlif nöqtədə aparılmalıdır. Ölçmələr beş dəfə panelin sol tərəfində yuxarıdan aşağı istiqamətdə, beş dəfə isə panelin sağ tərəfində aşağıdan yuxarı istiqamətə doğru təkrar edilməlidir. ESS alınmış qiymətləri maksimal, minimal, orta qiymətləri müəyyənləşdirilərək, dispersiya, orta kvadratik xətlər hesablanır. Bu üsul digər üsullara nisbətən daha əlverişli olduğundan ölçmə prosesində geniş yayılmışdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, məsafədən asılı olaraq ESS böyük hədd daxilində dəyişir və bu qiymət qəbul olunmuş standartlardan və telefonun modelindən asılı olaraq dəyişir.

Şəkil 8.4-də Nokia 2110 telefonunun məsafədən asılı olaraq ESS qiymətinin dəyişməsi göstərilmişdir.



Şəkil 8.4. Nokia - 2110 radiotelefonunun ESS məsafədən asılı olaraq dəyişməsi

ESS qiymətinin məsafədən asılı olaraq dəyişməklə yanaşı ölçmə bucağından da asılı olaraq dəyişir. Bu dəyişmənin qiyməti də telefonun modelinin tipindən də asılı olaraq dəyişir.

8.3. RT və İYT şüalanmaların normallaşdırılması

Son illər şəhərlərdə demək olar ki, bütün tezlik diapazonlarında (hətta bir neçə on qiqahersə kimi) işləyən EMŞ sayı kəskin artmışdır.

Məsələn, Moskvadakı Ostankino teleqülləsinin yaxınlığındakı yaşayış binalarında şüalanmanın səviyyəsi buraxıla bilən həddən 4 dəfə artıqdır.

RT və İYT diapazonlarında şüalanma səviyyəsinin normallaşdırılması dedikdə bilavasitə şüalanma mənbəyi ilə işləyən şəxslərin və əhəlinin məruz qaldığı şüalanma təsirinin qiymətləndirilməsi başa düşülür.

300 MHzs tezliyə kimi energetik ekspozisiyanın (EE) qiyməti

$$EE = E^2 T$$

ilə maqnit ekspozisiyasının qiyməti isə

$$EE = H^2 T$$

ilə hesablanır. Burada T - saatla şüalanma müddətidir.

Energetik ekspozisiya $(V/m)^2$ saat, maqnit ekspozisiyası isə $(H/m)^2$ saat-la ölçülür. 300 MHS-dən yuxarı tezliklərdə

$$EE_{ESS} = EES \cdot T.$$

Bu kəmiyyət (Vt/m^2) -saatla ölçülür.

Bu qiymətlər bilavasitə elektromaqnit şüalanması ilə əlaqəsi olmayan, 18 yaşına çatmayan və şüalanma mənbələrinin yaxınlığında yaşayan insanlara şamil edilir.

Bilavasitə RT və İYT şüalanma mənbələri ilə işləyən işçilər üçün energetik ekspozisiyanın buraxıla bilən səviyyəsi cədv. 8.4-də göstərilmişdir.

İşçi personal üçün energetik ekspozisiyanın buraxıla bilən qiymətləri

Cədvəl 8.4

Tezlik diapazonları	Buraxıla bilən energetik ekspozisiya		
	Elektrik tərtibedicisi üzrə, $(V/m)^2 \cdot$ saat	Maqnit tərtibedicisi üzrə, $(A/m)^2 \cdot$ saat	Enerjinin sıxlığına görə, $(mkVt/m^2) \cdot$ saat
30 kHs – 3 MHS	20000	200	-
3 – 30 MHS	7000	yoxdur	-
30 – 50 MHS	800	0,72	-
50 – 300 MHS	800	yoxdur	-
300 MHS – 300 QHs	-	yoxdur	200

İYT cədv. 8.4-də göstərilən buraxıla bilən həddləri şüalanmanın təsir müddətindən asılı olaraq göstərilən diapazon üçün böyük həddlər daxilində dəyişir. Məsələn, təsir müddəti 8 saatdan 0,1 saata kimi təşkil edirsə, bu halda 0,03 – 3 MHS

tezliklərdə elektrik sahəsinə görə buraxıla bilən qiymət 50 V/m-dən 400 V/m-ə kimi, maqnit sahəsi üçün buraxıla bilən hədd 5 A/m-dən 40 A/m-ə kimi, ESS isə göstərilən tezliklər üçün 0,25 Vt/m²-dən 2,4 Vt/m²-a kimi dəyişir. Digər tezlik diapazonlarında da müəyyən hədd daxilində belə dəyişmələr baş verir.

Əgər İYT şüalanma mənbəyi kimi dairəvi müşahidə rejimində 1 Hs tezlikdən yuxarı işləyən sistemlər üçün buraxıla bilən həddin qiymətini 10%-ə kimi artırmaq olar. Lakin bu kəmiyyətin qiyməti 10 Vt/m²-dən artıq ola bilməz.

Əgər iş yerində RT və İYT diapazonlarda EMŞ buraxıla bilən həddən yuxarı olarsa, işçilər xüsusi mühafizə vasitələrindən istifadə etməlidirlər.

Rusiya Federasiyasında RT və İYT diapazonlarında EMŞ buraxıla bilən həddləri aşağıdakı kimi təyin olunmuşdur:

- 30 – 300 kHs-də elektrik tərtibedicisi üçün 25,0 V/m;
- 0,3 – 3,0 MHS tezliklərdə – 15,0 V/m;
- 3 – 30 MHS-də 10 V/m;
- 30 – 300 MHS-də 3 V/m;
- 300 MHS – 300 QHs – 0,1 Vt/m².

Televiziya stansiyalar üçün bu qiymət RT-də aşağıdakı kimi təyin olunub (əhali üçün)

- 48,4 MHS-də - 5,0 V/m;
- 88,4 MHS-də – 4,0 V/m;
- 192,0 MHS-də – 3,0 V/m;
- 300 MHS-də – 2,5 V/m.

Xüsusi təyinatlı radiolokasiya sistemləri üçün tezlik diapazonu 150 – 300 MHS arasında dəyişir. Yaxın məsafədə buraxıla bilən qiymət 0,1 Vt/sm² (6 V/m), uzaq zonada 1 Vt/sm² (19 V/m)-dən çox olmalıdır.

Əgər şüalanma eyni zamanda bir neçə mənbədən təsir göstərirsə, bu halda ayrı-ayrı şüalanma mənbəyinin şüalanmaları buraxıla bilən hədd çərçivəsində toplanır.

Azərbaycan Respublikasında EMŞ buraxıla bilən həddi müəyyənləşdirilmədiyindən işçi personal və əhali hələ ki, Rusiyada qəbul edilmiş standartları əsas götürə bilər. Avropa ölkələrində EMŞ normallaşdırılmasına, insan təhlükəsizliyinə daha sərt tələblər qoyulmuşdur.

IX FƏSİL. EKOLOJİ PROBLEMLƏRİN İQLİM ASPEKTLƏRİ

Müasir sivilizasiyanın əsas göstəricisi hesab olunan elmi texniki tərəqqi lakin biza elə bir nəticə çıxarmağa da imkan verir ki, cəmiyyətin inkişaf səviyyəsi ilə ətraf mühitin pisləşməsi arasında düz mütənasib asılılıq mövcuddur.

İnsan fəaliyyəti nəticəsində atmosferin kimyəvi tərkibi və bununla sıx bağlı olan onun fiziki durumu ciddi dəyişikliyə məruz qalmışdır. Atmosfer isə öz növbəsində biosferanın əsas komponentlərindən biri olduğundan və komponentlər arası sıx qarşılıqlı əlaqənin mövcudluğu atmosferin digər komponentlərinin də ciddi dəyişikliyə uğramasına səbəb olur.

İnsanın atmosferdə gedən böyük miqyaslı prosesləri tənzimləmək imkanına malik olmaması, dünya okeanında baş verən proseslərin dəyişilməsinə və nəticə etibarı ilə qlobal miqyasda ekoloji böhranın yaranmasına səbəb olmuşdur.

Qlobal miqyasda ekoloji böhranın yaranmasının əsas səbəblərindən birinin iqlim dəyişikliklərinin olması artıq mütəxəssislərin mübahisə obyektinə hesab olunur. Yer kürəsində iqlim mövcud kompleks sistemlərin – “atmosfer-hidrosfera-litosfera” qarşılıqlı əlaqəsi əsasında formalaşır. Bu qarşılıqlı əlaqələri səciyyələndirən əsas məsələlərdən biri sistemlər arası çoxsaylı əks əlaqələrin mövcudluğudur.

Qlobal iqlim dəyişikliyinə bütün dünya üçün ən ümdə nəticəsi bilavasitə maddi nemətlərə, xüsusən ərzaq istehsalı üçün çox ciddi nəticələr verdiyindən bir növ bəşəriyyət üçün ümumilikdə mövcudluq problemi yaratmışdır.

Son illərdə atmosferin kimyəvi tərkibində baş verən ciddi dəyişikliklər haqqında dünyanın aparıcı elmi mərkəzlərində aparılan tədqiqat işləri proseslərin getdikcə şiddətlənməsini müəyyənləşdirsə də, qlobal miqyasda vəziyyətin sabitləşdirilməsi üçün demək olar ki, heç bir iş görülmür (ayrı-ayrı ölkələrin bu sahədə fəaliyyəti nəzərə alınmazsa) və heç bir

irəliləyiş yoxdur. Atmosferdə baş verən dəyişikliklər barədə mühüm informasiyalar əldə olunsada ilkin vəziyyətin qlobal miqyasda dəyişilməsinin yaranma səbəbləri haqqında mükəmməl informasiya yoxdur. Əgər hal-hazırda kosmik peyklər vasitəsilə atmosferin tərkibi haqqında hərtərəfli məlumatlar olsa da, bu qarışıqların atmosferdə paylanma xüsusiyyəti, onların parçalanma ehtimalı, kosmik fəzaya keçmə ehtimalı və onların canlı orqanizmlərə təsir etmə mexanizmi tam şəkildə aşkar edilməmişdir.

Atmosferin kimyəvi tərkibinin dəyişməsində troposferin rolu ətraflı şəkildə müəyyənləşdirilməmişdir. Atmosferə atılan çoxsaylı kimyəvi maddələrin ancaq kiçik bir hissəsinin bir-birinə qarşılıqlı təsir xüsusiyyətləri öyrənilmişdir. Lakin, bu fiziki-kimyəvi proseslərdə qaranlıq qalan məsələlər olduqca çoxdur. Məsələn, son illər müəyyən edilmişdir ki, troposferdə ozonun artmasının səbəbi karbon qazının konsentrasiyasının artmasıdır.

Qlobal ekoloji problemlərin tədqiqi üçün əsas məsələlərdən biri canlı orqanizmlərinin atmosferlə qarşılıqlı əlaqəsinin öyrənilməsidir. Bu əlamətlərin öyrənilməsi isə bilavasitə Günəş enerjisinin atmosferdə və planetin su balansında rolu müəyyən edilməlidir.

9.1. Qlobal iqlim dəyişmələri və onun xüsusiyyətləri

İqlimin qlobal dəyişmə səbəblərinə müxtəlif tədqiqatçılar tərəfindən müxtəlif yanaşmalar mövcuddur. Bir sıra mütəxəssislər bunun səbəbini təbii amillərlə bağlayırlar. Belə ki, bunun əsas səbəbləri kimi ilk növbədə, Günəş aktivliyinin dəyişməsinin müxtəlif dövrləri ilə, kosmosdan yüksək enerjili hissəciklərin (əsasən protonların) Yer atmosferinə düşmə intensivliyinin artması ilə, digər qalaktikaların bizim qalaktikaya təsiri ilə və nəhayət El-Nino prosesləri ilə izah etməyə çalışırlar. İrəli sürülən hər bir fərziyyə elmi-nöqteyi nəzərdən əsaslandırılarsa da tamamilə sübuta yetirilə bilməmiş-

dir. Çünki, qeyd olunan səbəblərdən Yer atmosferinə düşən əlavə enerjinin qiymətinin dəqiq müəyyənləşdirilməsi mümkün olmayıb.

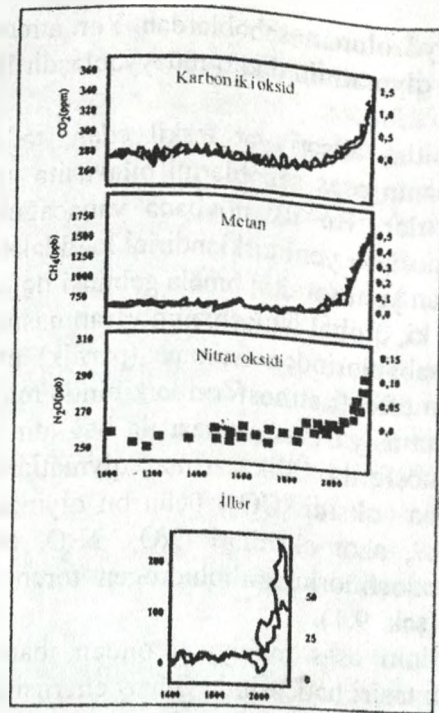
Ətraf mühitin, əksəriyyət təşkil edən, tədqiqatçıları isə qlobal istiləşmənin əsas səbəblərini bilavasitə insan fəaliyyəti ilə əlaqələndirirlər. Bu ilk növbədə yanacağın yandırılması nəticəsində atmosferə yeni çirkləndirici maddələrin atılması ilə əlaqədar yaranan yeni şəraitin əmələ gəlməsi ilə bağlıdır.

Məlumdur ki, qlobal istiləşmənin yaranmasının antropogen mənşəli əsas səbəblərindən istixana (parnik) effekti ilə izah olunur. İstixana effekti atmosferin tərkibində miqdarca az olan qazların konsentrasiyasının artması ilə bağlıdır. Əsas istixana qazlarının atmosferdə illik artma qiymətləri müxtəlifdir. Məsələn, karbon oksidi (CO_2) üçün bu qiymət 0,5%, metan (CH_4) üçün 0,9, azot oksidləri (NO_2 , N_2O , NO) üçün orta hesabla 0,25, xlorflüorlu karbohidrogen törəmələri üçün isə 4% təşkil edir (şəkl. 9.1).

İstixana effektinin əsas mahiyyəti ondan ibarətdir ki, qeyd olunan qazların təsiri nəticəsində Günəş enerjisinin Yer səthinə düşən böyük bir hissəsini tutub saxlayır.

İstixana effekti anlayışı ilkin olaraq fizika elmi ədəbiyyatında qeydə alınmışdır. Bu effekt Tindal tərəfindən 1863-cü ildə əsaslandırılmışdır. 1886-cı ildə Arrenius göstərdi ki, normal atmosferin çox cüzi bir hissəsini təşkil edən karbon oksidi Yer səthinin temperaturunun $5-6^\circ\text{C}$ yuxarı olmasına şərait yaradır. İlk dəfə olaraq Kallender 1938-ci ildə belə bir fərziyyə ilə çıxış etdi ki, antropogen mənşəli CO_2 -nin atmosferə buraxılması iqlim dəyişmələrinə təsir göstərə bilər.

Şəkl. 9.1-də son min ildə atmosferdə azot (N_2O), metan (CH_4) və karbon (CO_2) qazlarının konsentrasiyasının artma tempi göstərilmişdir. Şəkildən görünür ki, artma əsasən XX əsrin əvvəllərindən qeydə alınıb. Atmosferin çirklənməsi Qrenlandiya buzlarının tərkibində sulfat aerosollarının miqdarını da kəskin artırmışdır.



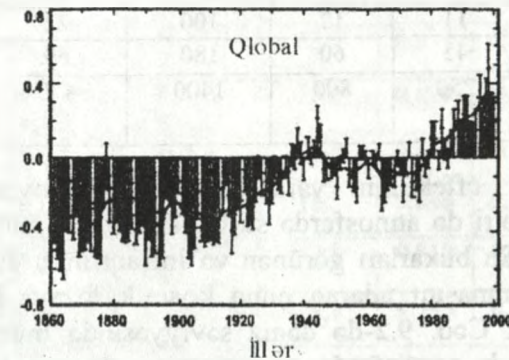
Şək. 9.1. Müxtəlif istixana qazlarının atmosferdə illik artma qiymətləri

XX əsrin 70-ci illərində isə sübut olundu ki, CO_2 -yə nisbətən atmosferin tərkibindəki daha az miqdarlı qazlar istixana effektinin yaranmasında daha intensiv təsir göstərilir. 70-80-cı illərdə qoyulan təcrübələr əsasında sübut olundu ki, atmosferdə CO_2 -nin iki dəfə artması qlobal temperaturun $2-4^\circ\text{C}$, şimal qütbündə isə $6-8^\circ\text{C}$ artırır (şək. 9.2).

Şək. 9.2.-də dünya üzrə 140 il ərzində temperaturun qlobal miqyasda və şimal yarımkürəsində dəyişmə qanunauyğunluğu göstərilmişdir. Qlobal istiləşmə tempindən görünür ki, istiləşmə əsasən XX əsrin ortalarından etibarən qeydə alınsa da, onun əsas artma intensivliyi XX əsrin 70-ci illərindən

sonraya təsadüf edilir. Eyni qanunauyğunluq şimal yarımkürəsinin temperaturunun artımında da özünü göstərir.

Qeyd olunan qazların əsas mənbəyi yandırılan yanacaq və biotadır. Metanın mənbəyi insanın kənd təsərrüfatı fəaliyyəti (əsasən heyvandarlıq, düyü istehsalı) və təbii metan süzgəclərinin (bakteriyaların) pozulması ilə əlaqədardır. Xlorflüorlu birləşmələr isə ancaq antropogen mənşəlidir. Aşağıdakı cədv. 9.1-də müxtəlif ölkələrin 2000-ci ildə parnik effektinin yaradılmasına rolu əks olunmuşdur.



Şək. 9.2. Atmosferdə qlobal temperaturun artımı

2000-ci ildə müxtəlif ölkələrin istixana
effektinin yaradılmasında rolu

Cədvəl 9.1

Ölkələr	Karbon qazı, 10^4	Metan, 10^3	Xlorflüorlu karbomid, 10^3	Qazların məcmusu, 10^4	Dünya üzrə faizi, %
Qazlar					
ABŞ	54	130	35	100	17,6
Avropa	52	85	480	8	10,8
Çin	26	98	32	38	6,6
Yaponiya	11	12	100	22	3,9
MDB	45	60	180	69	12,0
Dünya üzrə	250	800	1400	470	100

İstixana effektinin yaranmasında rol oynayan əsas amillərdən biri də atmosferdə su buxarının konsentrasiyasının artmasıdır. Su buxarları görünən və infraqırmızı diapzonlarda istilik şüalanmasını udaraq onun kosmik fəzaya keçməsinin qarşısını alır. Cədv. 9.2-də dəniz səviyyəsində müxtəlif dalğa uzunluqlarında atmosferdə su buxarının dəyişməsindən asılı olaraq spektral buraxma əmsalını dəyişmə xüsusiyyəti göstərilmişdir.

Dəniz səviyyəsində uçuş istiqaməti üzrə su buxarının dəyişməsindən asılı olaraq atmosferin spektral buraxma əmsalının dəyişməsi

Cədvəl 9.2

Dalğa uzunluğu, mkm	Çökdürülmüş suyun qalınlığı, sm			Dalğa uzunluğu, mkm	Çökdürülmüş suyun qalınlığı, sm		
	1	2	5		1	2	5
2,0	0,902	0,674	0,013	8,0	0,603	0,365	0,080
2,3	0,944	0,944	0,912	8,3	0,786	0,618	0,130
2,5	0,782	0,216	0,216	8,5	0,750	0,562	0,237
3,0	0,551	0,008	0	9,0	0,848	0,719	0,440
3,3	0,850	0,377	0,161	9,3	0,867	0,750	0,489

3,5	0,968	0,832	0,736	9,5	0,873	0,762	0,507
4,0	0,990	0,960	0,930	10,0	0,883	0,780	0,538
4,3	0,991	0,873	0,800	10,3	0,884	0,781	0,540
4,5	0,905	0,790	0,400	10,5	0,886	0,784	0,544
5,0	0,735	0,132	0,017	11,0	0,883	0,779	0,532
5,3	0,408	0	0	11,3	0,859	0,738	0,467
5,5	0,110	0	0	11,5	0,753	0,493	0,243
6,0	0	0	0	12,0	0,878	0,770	0,521
6,3	0	0	0	12,5	0,878	0,770	0,521
6,5	0	0	0	13,0	0,871	0,759	0,502
7,0	0	0	0	13,3	0,846	0,718	0,437
7,3	0	0	0	13,5	0,819	0,670	0,313
7,5	0,060	0	0	13,9	0,793	0,629	0,313

İstixana effektini qlobal iqlim dəyişməsində özünü əsasən, aşağıdakı təsirlərdə göstərir:

1. Daimi olaraq atmosfərə buraxılan istixana qazlarının, o cümlədən karbon qazının intensivliyi yüksəlir. Bunun əsas mənbəyi kömürün və müxtəlif karbohidrogen yanacaqların istilik elektrik stansiyalarında, daxili yanma mühərriklərində yandırılması və s. hesab olunur. Son 30-40 ildə CO₂-nin ətraf mühitə buraxılması xüsusi ilə artmışdır. Bu ilk növbədə ABŞ və Avropanın inkişaf etmiş ölkələrin hesabına yaranmışdır.

2. Atmosferə buraxılan qazların təsiri nəticəsində Yer səthinin temperaturu artıb və artmaqda davam edir. Belə ki, 1890-cı ilə kimi Yerin orta temperaturu 14,5°C olduğu halda, 20-ci əsrin 80-cı illərində bu qiymət 15,2°C təşkil etmişdir. Müxtəlif dövrlərdə temperaturun dəyişməsi müxtəlif olmuşdur.

Belə ki, 1940-1970-ci illər ərzində temperaturun qiyməti nisbətən sabit qaldığı halda 80-ci illərin son 7-8 ili ərzində yuxarıda göstərilən həddə çatmışdır.

Əlbətdə 90 il ərzində temperaturun $0,7^{\circ}\text{C}$ artması çox böyük olmasa da, burada əsas təhlükə mənbəyi ümumilikdə artımın mövcud olmasındadır. Müasir proqnozlara görə 2050-ci ilə kimi planetin temperaturu $1,4$ -dən $4,5^{\circ}\text{C}$ -yə kimi arta bilər. Bu isə onu göstərir ki, Yer səthinin temperaturu 2 milyon il mövcud olan temperaturdan yüksək olacaq. İqlim dəyişməsinə görə beynəlxalq ekspertlər qrupunun proqnozuna görə isə 2100-ci ilə kimi temperatur artımı $3,5^{\circ}\text{C}$ qiymətində göstərilir.

3. İstiləşmənin nəticələri müxtəlif ölkələrin əhalisi və iqtisadiyyatı üçün müxtəlif olacaqdır. Belə ki, bunun həm mənfəi, həm də müsbət cəhətləri ola bilər. Hal-hazırda müzakirə obyektini kimi bu proseslərin harada və hansı istiqamətdə inkişaf edəcəyi təhlil olunur. Tarixi dövr nöqtəyi nəzərdən bu proseslər çox qısa müddətdə baş verdiyi üçün yeni şəraitə adaptasiya olunma prosesi olduqca mürəkkəbləşəcək, bəzi regionlarda isə ümumiyyətlə mümkün olmayacaq. Nəticə etibarını ilə flora və faunada ciddi dəyişikliklər nəticəsində insan cəmiyyəti böyük problemlərlə üzləşəcək. Belə ki, XXI əsrin ortalarına kimi, dünya okeanının səviyyəsi $0,5$ - 1 m, əsrin sonunda isə 1 - 2 m qalxması proqnozlaşdırılır. Nəticədə qurunun böyük əraziləri su altında qalacaq, təbii fəlakətlərin intensivliyi daha da artacaq, ekosistemlərin dağılması dönməz xarakter alacaq. Hal-hazırda iqlim dəyişmələrinin müasir durumunun analizi etdikdə aşağıdakı nəticələrə gəmək olar:

1) Antropogen tullantıların artımı kəskin şəkildə davam etməkdədir;

2) Müasir riyazi modelləşdirmə metodlarının istifadəsi nəticələrinə əsasən demək olar ki, əgər atmosferdə karbon qazının konsentrasiyası iki dəfə artarsa, bunun nəticəsində Yer

atmosferinin temperaturunun $1,5$ - $4,5^{\circ}\text{C}$ artma ehtimalı mövcuddur;

3) İqlimin mümkün dəyişmələrinin proqnozunda və regional paylanması ciddi fikir ayrılıqları mövcuddur;

4) Son 100 ildə planetin orta global temperaturu $0,3$ - $0,6^{\circ}\text{C}$ artmışdır;

5) Ümumilikdə, istiləşmənin proqnoz tempi prosesin riyazi modelləşdirilməsi nəticələrinə uyğun gəlir;

6) İstixana effektinin təsirinin birmənalı qiymətləndirilməsi 10 ildən tez baş verə bilməz. Bunun səbəbi iqlim dəyişmələri üzrə aparılan tədqiqat nəticələrinin çox vaxt ziddiyyətli olmasıdır. Bir sıra hallarda müxtəlif modellər üzrə hazırlanan proqnozlardan alınan nəticələr bir-birindən 300% -ə qədər fərqlənir. Məsələn, hal-hazırda səviyyəsi 15 sm qalxan dünya okeanının səviyyəsinin qalxmasının bəzi proqnozlarda bu yüzilliyin sonunda 30 sm, digər proqnozlarda isə bunun $1,5$ və hətta $2,0$ m-ə qədər qalxacağı göstərilir.

Müxtəlif modellər üzrə hazırlanan proqnozların bir-birindən belə kəskin fərqlənməsinin əsas səbəbi, istiləşmənin yaradan səbəblərin mexanizminin tam məlum olmaması ilə yanaşı, bütün məlum amilləri seçiyələndirən parametrlərin modelə daxil edilmə imkanlarının məhdudluğu ilə izah olunur.

İstixana effektinin müsbət cəhətlərindən söhbət getdikdə ilk növbədə kənd təsərrüfatının inkişafı nəzərdə tutulur. Belə ki, temperaturun yüksək olması və yağıntıların çoxalması nəticə etibarını ilə kənd təsərrüfatı bitkilərinin məhsuldarlığının artmasına imkan verəcək. Aydın ki, bu amil özünü dünyanın müxtəlif regionlarında özünü fərqli dərəcədə göstərəcək. Digər müsbət təsir kimi, şimal ölkələrinin temperaturun qalxması ilə yaşayış, ictimai və istehsal proseslərində enerjiyə olan tələbat azaldığından təbii yanacağın istifadənin tempi aşağı düşəcək. Şimal ölkələrinə, xüsusən Rusiyaya istiləşmənin təsiri hiss olunacaq, mənfəi təsirlərdən biri də ərazinin 60% daimi buzlaqlardan ibarət olması ölkə üçün ciddi nəticələr verə bilər.

Belə ki, burada yerləşən bir çox şəhərlər və infrastrukturuları böyük arzuolunmaz dəyişikliklər gözləyir ki, bu da həm iqtisadi, həm də sosial nöqteyi nəzərdən çox ciddi problemlərin yaranması ilə müşahidə oluna bilər. Digər tərəfdən buzların əriməsi nəticəsində çayların səviyyəsi qalxacaq və nəticə etibarilə Rusiyanın və digər şimal ölkələrin böyük ərazilərinin keçilməz bataqlıqlara çevrilməsinə gətirib çıxara bilər.

Qlobal temperaturun qalxması dünya okeanının səviyyəsini qaldırmaqla yanaşı okeandakı digər mühüm proseslərə də öz təsirini göstərəcək. Məsələn, dünya okeanında axınların istiqaməti dəyişə bilər, belə ki, məsələn, Qolfstrimin isti suları indi olduğu kimi uzaq şimala kimi gedib çıxma bilməsi sual altında qala bilər.

Dünya okeanının temperaturunun qalxması küləyin sürətini artıraraq və dağıdıcılıq effektini gücləndirərək intensivləşdirilməsi ilə nəticələnə bilər, məsələn, Amerika tədqiqatçılarının təklif etdiyi modelə əsasən, əgər qlobal istiləşmə $2,3^{\circ}\text{C}$ artarsa, küləyin sürəti Sakit okeanının bir sıra bölmələrində 5-12% arta bilər. Əgər küləyin sürəti orta hesabla saatda 16 km artarsa, onların verdiyi iqtisadi ziyan təqribən iki dəfə artar və fırtınaların baş vermə intensivliyi yüksələcək.

Müəmmalı proseslər də qeydə alınmaqdadır. Belə ki, qlobal istiləşmənin qeydə alındığı bir zamanda dünyanın bir sıra regionlarında soyuma prosesi gedir. Məsələn, son 15 il ərzində cənub okeanlarda, Sibirdə, Şərqi Avropa və Şimali Amerikanın qərbində istiləşmə qeydə alındığı halda, Qrenlandiyada, Şimali-şərqi Kanadada və Rusiyaya məxsus Arktika adalarında orta temperaturun aşağı düşməsi qeydə alınıb.

Riyazi proqnozların əksinə olaraq qütb rayonlarında istiləşmə qeydə alınmayıb, lakin proqnozlara əsasən ilkin istiləşmənin göstəriciləri burada qeydə alınmalı idi.

Deyilənlərin analizi belə nəticəyə gəlməyə imkan verir ki, 20-ci əsrin axırlarında qeydə alınan istiləşmə prosesində

antropogen amillər əsas rol oynayırlar. Beynəlxalq Meteoroloji Təşkilatın mütəxəssislərinin mülahizələrinə görə iqlim dəyişmələrində əsas səbəbi El-Nino prosesidir. Bu amil nəticəsində tropiklərdə rekord istiləşmənin qeydə alınması ilə yanaşı onun təsiri orta en dairələrində özünü göstərmişdir.

El-Nino (ispanca tərcüməsi – “körpə” hadisəsinin mahiyyəti ondan ibarətdir ki, okeanın isti səth suları Sakit okeanın qərb hissəsinə yayılmış, bunun nəticəsində Sakit okeanın tropik hissəsində hava sistemi ciddi şəkildə pozulmuşdur. Hal-hazırda El-Nino hadisəsi iqlim dəyişmələrində böyük rol oynayan bir fakt kimi mütəxəssislər tərəfindən birmənalı şəkildə qəbul edilmişdir. Bu amilin region üçün böyük təsirini nəzərə alaraq BMT çərçivəsində xüsusi El-Nino komissiyası yaradılmışdır.

Qlobal istiləşmənin səbəbləri tam aydınlaşdırılmasında bu prosesdə, bu və ya digər səviyyədə istixana effektinin rolu danılmazdır. Qlobal istiləşmənin təsirində gözlənilən ən qorxulu proses dünya okeanının səviyyəsinin qalxmasıdır.

Son 100-150 ildə dünya okeanın qalxma səviyyəsinin sürəti orta hesabla il ərzində 2,1 mm təşkil etmişdir. Axıncı 100 ildə səviyyənin qalxmasının 40% qlobal istiləşmə nəticəsində suyun həcmnin genişlənməsi ilə əlaqədardır. Mülahizələrə görə artımın qalan hissəsi buzlaqların əriməsi ilə əlaqədardır.

Qlobal istiləşmə proqnozunu təsdiqləyən digər fakt dünyanın müxtəlif regionlarında qasırğa və fırtınaların intensivliyi baş vermə intensivliyinin artmasıdır. Məsələn, Vyetnamda qasırğa və fırtınaların 1911-1965-ci illərlə müqayisədə 1954-1989-cu illərdə 35% artmışdır. Belə tendensiya Fransanın Normandiya sahillərində qeydə alınmışdır.

İqlimin dəyişməsi ətraf mühitdə insanın rastlaşdığı ən mürəkkəb problemlərdən biridir. İstiləşmənin təsirinin qiymətləndirilməsi olduqca mürəkkəb məsələdir. Qlobal istiləşmənin səbəb və nəticələri haqqında tam müfəssəl

aydınlıq olmasa da, bir sıra mütəxəssislər fərz edirlər ki, iqlimdə baş verən dəyişikliklər buzlaşma dövrünü formalaşdıran proseslərdən çox az fərqlənir. Bu səbəbdən keçmiş səciyyələndirən məlumatların analizi əsasında gələcəyin proqnozunu vermək çətin də olsa yenə də mümkündür.

9.2. Yer kürəsində global iqlimin dəyişmə problemləri

Son iyirmi il ərzində iqlim haqqında elm yüksək sürətlə inkişaf edir. Ümumdünya iqlim proqramı uzunmüddətli beynəlxalq bir proqram kimi, beynəlxalq miqyasda göstərilən sahədə elmi əməkdaşlığın əsas aspektlərindən birinə çevrilmişdir. Bu əməkdaşlıq elmi cəhətdən çıxaraq dövlətlərarası və qeyri-dövlət təşkilatları arasındakı əlaqələrin yaradılmasına səbəb olmuşdur ki, bunun da bir sıra səbəbləri vardır.

Birincisi, müşahidələr nəticəsində son yüz ildə global istiləşmə müşahidə olunmaqdadır. Belə ki, yer səthinin və okeanı əhatə edən havanın temperaturu şimal yarımkürəsində $0,53^{\circ}\text{C}$, cənub yarımkürəsində isə $0,52^{\circ}\text{C}$ artmışdır. Digər tərəfdən Beynəlxalq Geofizika ilindən başlayaraq (1957-58-ci illər) müntəzəm olaraq atmosferdə karbon qazının konsentrasiyasının qeydə alınması həyata keçirilir. Yerüstü və süni peyklər vasitəsi ilə aparılan ölçmə nəticələri ilə dünyada yandırılan yanacağın miqdarının qarşılıqlı müqayisəsi göstərir ki, bu amil iqlim dəyişmələrində önəmli yerlərdən birini tutur. Lakin, qeyd olunmalıdır ki, global istiləşməni təkcə bu amillə əsaslandırmaq düzgün deyil. Məsələn, son illər yanacağın yandırılma intensivliyi yuxarı olsa da, global istiləşmədə az rol oynamayan təbii amillərin, xüsusən də vulkanların aktivliyi xeyli azalmışdır. Təqribi hesablamaların nəticələri göstərir ki, vulkanların ətraf mühitə verdiyi istilik effekti, yandırılan yanacaq ilə tam müqayisə olunmasa da çox böyük qiymətə malik olduğu məlumdur. Deməli, global istiləşmənin bizə məlum olmayan səbəbləri var və bu sahədə ciddi tədqiqatlar aparılmalıdır.

Bəzi mütəxəssislər belə hesab edirlər ki, kosmik fəzada gedən iri miqyaslı proseslər nəticəsində yüksək enerjili hissəciklərin atmosfərə düşməsi temperaturun global miqyasda artmasına səbəb ola bilər. Digər bir mülahizəyə əsasən dünya okeanının suyunun kimyəvi tərkibinin dəyişməsi istilik infraqırmızı diapazonunda suların şüalanma intensivliyinin yüksəlməsi də əlaqəlidir.

“Hava” dedikdə biz atmosferdə çoxsaylı proseslərin təkamülü kimi özünü göstərən ani vəziyyət başa düşülərsə, iqlim hava rejiminin uzun müddət ərzində xüsusiyyətlərini statistik məlumatlar əsasında sistemləşdirilməsi və ümumiləşdirilməsidir.

Beləliklə, atmosferin ani vəziyyətini (havanı) səciyyələndirmək üçün çoxsaylı kimyəvi və fiziki kəmiyyətlərin fəza paylanması öyrənilməsi kifayət edərsə, iqlimi səciyyələndirmək üçün isə müəyyən bir dövr ərzində iqlim sistemini xarakterizə edən bütün komponentlər nəzərdən keçirilməli və qiymətləndirilməlidir. Şərti olaraq müəyyən edilmişdir ki, iqlimi 30 il müddətində qiymətləndirmək məqsədəuyğundur. Bir sıra hallarda ölçmə nəticələri məlum olduğu periodlar, məsələn, 100 il üçün iqlim dəyişkənliyini müəyyənləşdirmək imkanı verir.

Aydın məsələdir ki, real iqlimi tam xarakterizə etmək qeyri-mümkündür. Buna görə də məsələ elə sadələşdirilməlidir ki, iqlimin əsas qanunauyğunluqları nəzərə alınmaqla iqlim parametrlərinin dəyişkənliyi qeydə alınmalıdır.

Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, hal-hazırda iqlim proqnozları əsasən yanacağın yandırma intensivliyi ilə əlaqələndirilir. Bu isə düzgün nəticələrə gətirib çıxarmır.

Proqnoz əsasında fərz edilir ki, 2025-ci ilə kimi temperatur 1°C , gələn əsrin axırında isə 3°C -yə kimi qalxa bilər.

9.3. İqlimin dəyişilməsinin ətraf mühitə təsiri

Son 100 ildə atmosferdə karbon qazın konsentrasiyası (CO_2) 25% artmış, ətraf mühitin temperaturu isə orta hesabla $0,6^\circ\text{C}$ artmışdır.

BMT 1988-ci ildə "Qlobal iqlimin qorunması" haqqında qərar qəbul etdi. Qərar ilə yanaşı xüsusi proqram tərtib edilərək qəbul edildi.

İqlimin istiləşməsi ətraf mühitə təsiri mürəkkəb və dəyişkəndir. Bəzi şimal regionlarında quraqlığın baş verməsi nəticəsində məhsuldarlıq təxminən 10%-ə kimi aşağı düşə bilər. Analoji hal cənub enliklərdə torpağın nəmliyin artımı ilə müşahidə olunur. Mövcud meşə zonaları öz yerlərini dəyişdirə bilər.

Yağıntının miqdarı 10% azala bilər ki, nəticədə çayların suyu 40-70% azala bilər, Dünya okeanının səviyyəsi isə 1 m kimi qalxa bilər.

9.4. İqlimi formalaşdıran və dəyişdirən amillər

a) Kosmik amillər

Kosmik amillər dedikdə əsasən Günəş radiasiyasının baxılan sahədə atmosferin xarici sərhəddinə düşən enerjinin miqdarı, kosmik şüalar və yüklü hissəciklərin Yer atmosferinə daxil olması ilə izah edilir. Günəş radiasiyasının qiymətinə Günəş sabiti deyilir və Yer kürəsi üçün ümumilikdə 1370 Vt/m^2 təşkil edir. Ən çox ehtimal olunan qiymət $1366\text{-}1377 \text{ Vt/m}^2$ -dir. Müntəzəm peyk ölçmələri ilə müəyyən olunmuşdur ki, son illər Günəş sabitinin qiyməti orta qiymətdən 0,1-0,2% fərqlənir ($2\text{-}3 \text{ Vt/m}^2$). Bunun səbəbi Günəş diskində ləkələrin yaranmasıdır.

Günəş sabitinin qiyməti coğrafi enliklərdən və mövsümdən asılı olaraq dəyişir. Orta hesabla il ərzində 37° şimal en dairəsi ilə 37° cənub en dairəsi arasındakı zonanın aldığı enerji verdiyi enerjiden çox olur. Radiasiya balansı $B > 0$ olur. Bu zonanın

xaricində illik orta hesabla $B < 0$ olur. 70° -li en dairəsindən yuxarı en dairələrində bütün mövsümlərdə $B < 0$ təşkil edir. Energetik tarazlığın yaranması üçün enerjisi $B > 0$ -da $B < 0$ olan ərazilərə ötürülməlidir. Bu isə atmosferin və okeanın hərəkəti ilə tənzimlənir.

b) Xarici geofiziki amillər

Xarici geofiziki amillərə ən təsiredicilər olaraq atmosferin kütləsi və vəziyyəti, Yerin fırlanma sürəti, Yer səthində materik və okeanların yerləşməsi, vulkanik proseslər aid edilir. Yerin fırlanma sürəti atmosferin sirkulyasiyasının intensivliyinin və xarakterini müəyyən edir, yer səthinin və okeanın radiasiya və istilik tutumları xüsusiyyətini təyin edir, atmosfer ilə yer səthi arasında istilik mübadiləsinə təsir göstərərək xarakterli musson effektlər yaradır.

Vulkanik proseslər də geofiziki amillərə aiddir. Vulkanların qlobal iqlimə təsiri son illər daha geniş öyrənilir.

Okeanlardakı axınlar isti su kütləsini yuxarı enliklərdə ötürülməsinə şərait yaradır.

Böyük vulkanların püskürməsi nəticəsində stratosferə çox böyük miqdarda müxtəlif qazlar və aerosollar atılır və onlar tərəfindən Günəş radiasiyası İQ oblastda şüalanması udulur və səpələnir. Vulkanik püskürmələrin nə dərəcədə qlobal iqlimə təsir etmə qabiliyyətindədir, çox maraqlı problem olaraq ciddi şəkildə öyrənilir.

c) Daxili təbii amillər

Bu amillər iqlim sistemini təşkil edən hər hansı bir komponentin tərkibində yaranır və digər komponentlərə təsir göstərir. Beləliklə, onlar iqlim sistemini təşkil edən komponentlər arasındakı qarşılıqlı əlaqənin yaranmasının vasitəçiləridirlər.

Atmosfer

Ümumikdə Günəşdən gələn enerjinin 64% ultrabənövşəyi və görünən oblastına ($\lambda \leq 0,76$ mkm) düşür. Bu enerji havanın aerosol hissəcikləri buludlar tərəfindən səpələnir, bir hissəsi isə yer səthi tərəfindən əks olunur və udulur. Enerjinin qalan 36%-i yaxın İQ oblastın ($\lambda < 4$ mkm) payına düşür. Günəşdən gələn enerjinin yalnız yarısı atmosferdən keçərək Yer səthi üzərinə düşür. Yer səthinə düşən enerjinin təxminən 40%-i yer tərəfindən şüalandırılır, təxminən 48%-i əsasən su buxarları vasitəsi ilə atmosfərə qayıdır, enerjinin qalan təxminən 12%-i atmosferin burulqanlıq xüsusiyyətindən asılı olaraq atmosfərə verilir.

Hesablamalar göstərir ki, daxil olan ümumi enerjinin 10%-ə yaxın qədəri kosmik fəzaya ötürülür.

Ultrabənövşəyi və görünən şüalar molekulyar oksigendən (O_2), əlavə olaraq ozonla (O_3) və atmosferdə olan az miqdarlı qazlarla (N_2O , NO_2 , SO_2 , metan, etan) udulur. Udulmanın miqdarı atmosfərə daxil olan qazların miqdarından asılı olaraq dəyişə bilər.

İQ şüalanmada şəffaflıq pəncərələri (3-5, 8-14 mkm) adlanan oblastları xüsusi yer tutur. Bu diapazonda İQ diapazonun bütün hissələrində müşahidə olunan su molekullarında udulma olur.

Dalğa uzunluğunun 15 mkm-dən böyük hissələrində CO_2 -nin təsirindən udulma daha intensiv gedir.

İQ oblastında Günəş enerjisinin qiymətinə təsir göstərən amillərdən biri də troposferdəki aerosolların təsiridir. Aerosollar əmələ gəlmə prinsipinə və optik xüsusiyyətlərinə görə çox müxtəlif olurlar.

Günəş radiasiyasının yerdəki qiymətinə ən çox təsir göstərən amil buludlar hesab olunur. Buludların müxtəlifliyi və onların forma və tərkibinin çox tez müddətdə dəyişməsi, buludlarda hər hansı bir amilin iqlimə təsirini qiymətləndirmək

qeyri-mümkündür. Ona görə də buludların qlobal iqlim dəyişmələrinə təsiri hələ ki aydınlaşmayıb.

Okean

Okeanlar qlobal iqlimə çox böyük təsir göstərdiklərindən onları bir növ iqlimin təyinedicisi formalaşdırıcısı adlandırırlar. Okean sularının albedosu kiçik olmasına baxmayaraq sahəsi çox böyük olduğundan (təxminən Yer kürəsinin sahəsinin 70%) Günəş enerjisinin çox hissəsinin udulması okeanların hesabına düşür.

Okean qurudan fərqli olaraq sıxlıqların stratifikasiyası daha dayanıqlıdır. Belə ki, sıxlığı böyük olan soyuq su qatları aşağıda, sıxlığı aşağı, temperaturu yuxarı olan qatlar isə yuxarıda yerləşir. Temperatur fərqi nəticəsində təzyiqlər fərqlərinin meydana gəlməsi güclü axınlara güclü təsir etmir.

Yerin radiasiya balansının formalaşmasında okeanın rolunun necə böyük olması aşağıdakı məlumatlar göstərir. Peyklər vasitəsilə aparılan ölçmə nəticələri əsasında müəyyən edilmişdir ki, dünya okeanının bir çox sahələri hər kvadrat metrə düşən enerjiyə görə quru sahələrdən kəskin fərqlənir.

Məsələn, Kurosio axını istiqamətində enerjinin qiyməti 24 Vt/m^2 , Qolfstrim rayonunda 24 Vt/m^2 , Nyufaulend adasında şərqi istiqamətdə olan rayon 22 Vt/m^2 olduğu halda Orta Asiya səhralarında bu qiymət 20, Saxara səhrasında isə 18 Vt/m^2 təşkil edir.

Antropogen amillər

Bir sıra antropogen amilləri göstərmək olar ki, onlar iqlim dəyişməsində müəyyən rol oynayırlar. Bunlardan atmosferin tərkibində bəzi qazların konsentrasiyasının artması (CO_2 , CH_4), istixana effekti, İQ diapazonda proses aydındır.

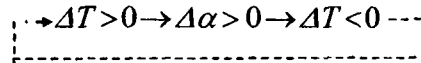
Lokal və regional miqyasda iri sənaye şəhərlərinin və sənaye müəssisələrinin təsiri səbəblərindən qlobal iqlim dəyişmələrindən hələ axıra kimi qiymətləndirilməmişdir.

İqlim sistemində əks əlaqələr

İqlimi və onun dəyişkənliyini formalaşdıran daxili amillər bir-biri ilə sıx qarşılıqlı əlaqədə olduqlarından göstərilən amillərin təsirini ya gücləndirir, yaxud onları zəiflədir. Bu qarşılıqlı əlaqələr əks əlaqələr adlanır və müəyyən xüsusiyyətlərə malik olur. İqlimə ən çox təsir göstərən başlıca amillər aşağıdakılardır:

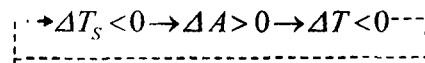
1. Atmosferdə temperatur-nəmlik əlaqəsi. Hava kütləsinin temperaturunun artması $T(\Delta T > 0)$ adətən mütləq nəmliyin artması ilə müşahidə olunur $\alpha(\alpha > 0)$. Su buxarları öz növbəsində İQ diapazonunda enerjini intensiv şüalandıraraq temperaturun aşağı düşməsinə ($\Delta T < 0$) səbəb olur.

Beləliklə, burada əks əlaqə sxemi aşağıdakı kimi olur:



Bu əks əlaqə mənfi əks əlaqədir, çünki iqlim pozulmasını zəiflədir.

2. Səthin temperatur-albedo əlaqəsi. Səthin temperaturunun aşağı düşməsi $\Delta T_s < 0$ qarın yağmasına səbəb olur. Bu səbəb üzündən albedo yüksəlir. $\Delta A > 0$, nəticədə Yer səthi tərəfindən udduğu enerji azalır və temperatur daha da aşağı düşür ($\Delta T < 0$). Beləliklə,



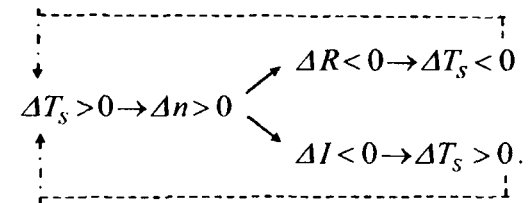
Deməli, bu müsbət əks əlaqədir. Yəni iqlim pozulmasını sürətləndirir. İqlim sistemində bu ən əsas əks əlaqə hesab olunur.

3. Temperatur-buludluluq əlaqəsi. Nəmlik yüksək olduqda

Yer səthinin temperaturunun yüksəlməsi ($\Delta T_s > 0$)

buxarlanmanı artırır. Bu halda havanın rütubəti yüksəlir, buludluluğun balı ($\Delta n > 0$) artır. Buludlar öz növbəsində

düşən enerjinin çox hissəsini əks etdirərək onun yer səthinə düşən hissəsini azaldır ($\Delta R < 0$), nəticədə yer səthinin temperaturu aşağı düşür $\Delta T_s < 0$. Bu da əks əlaqənin bir növüdür



9.5. Qlobal dəyişikliklərə beynəlxalq münasibətlərin formalaşması və mövcud ziddiyyətlər

XX əsrin ikinci yarısından etibarən dünyada baş verən qlobal dəyişikliklər və onların nəticələrinə münasibət ümumi halda hazırkı durum bütün ölkələri müəyyən mənada narahat etsə də, onların yaranma səbəblərinin və nəticələrinin aradan qaldırılması üçün baxışlar bir-birindən fərqlənir. Bu fərqlənmələrin əsasını qeyd olunan səbəb və nəticələri aradan qaldırılmasının bir çox ölkələrin (xüsusən də inkişaf etmiş ölkələrin) iqtisadi və siyasi mənafeyinə uyğun gəlmədiyi üçün bəzi ölkələr ümumiyyətlə bu sahədə mövcud olan beynəlxalq öhdəlikləri üzərinə götürsə də, onların bir çoxunun yerinə yetirilməsindən ya imtina edir və yaxud da onların yerinə yetirilməsindən müəyyən müddətə (bəzən çox uzun) təxirə salır.

Bu sahədə hal-hazırda mövcud olan bu ziddiyyətlərin qəbul edilmiş beynəlxalq sənədlərlə əlaqəsinin bəzi aspektlərini nəzərdən keçirək.

9.5.1. Kioto protokolunun məzmunu. Tərəflərin öhdəlikləri

Kioto protokolu ilk növbədə sənaye cəhətdən inkişaf etmiş hər bir ölkə üçün atmosfərə buraxılan parnik qazlarının həcmi müəyyənləşdirir. Bu həcm 2008-ci ildən 2012-ci ilə kimi öhdəliklər müddəti üçün müəyyən edilmiş miqdarı müəyyən edir. Öhdəliklər Konvensiyanın I Əlavəsində göstərilmiş sənayesi inkişaf etmiş ölkələrin siyahısına aid edilir, öhdəliklərin miqdar ifadələri isə Protokolun "B" əlavəsində verilmişdir. Həmin öhdəliklər 1990-cı il səviyyəsi ilə müqayisədə tullantıların 5,2% azaldılmasını nəzərdə tutur və maddə 3-ün birinci paragrafı öhdəliklərin ümumi mahiyyətini ifadə edir:

"I Əlavəsinə daxil edilmiş Tərəflər, ayrılıqda və ya birlikdə təmin edirlər ki, onların "A" əlavəsində sadalanmış parnik qazlarının ümumi antropogen tullantıları, karbon iki oksidinin ekvivalent miqdarı "B" əlavəsində qeyd edilmiş miqdarla müəyyən edilmiş öhdəliklərin hesablanmış qiymətlərindən üstün olmasın və hazırkı maddənin müddəalarına uyğun olaraq, həmçinin belə qazların ümumi tullantılarını azaltmaq məqsədi ilə 1990-cı ilin səviyyəsi ilə müqayisədə 2008-ci ildən 2012-ci illər üçün nəzərdə tutulmuş öhdəliklərə görə heç olmasa beş faiz azaltsınlar.

Protokol xatırladır ki, öhdəliklərin yerinə yetirilməsinin birinci periodunun ardınca ikincisi gəlməlidir. Əgər birinci period ərzində hər hansı bir ölkə öhdəliklərdə nəzərdə tutulmuşdan artıq tullantıların azaldılmasına nail olmuşdursa, onda bu artıqlığı növbəti perioda "köçürmək" mümkündür.

Kioto protokolunun nəzərdə tutduğu öhdəliklər dəqiq müəyyən edilmiş mənbədən altı parnik qazlarının tullantılarını nəzərdə tutur; ümumiyyətlə demək olar ki, sənayesi inkişaf etmiş ölkələrdə parnik qazlarının bütün antropogen tullantılarından söhbət gedir. Qazlar, onların ümumi

məcmusunda ("səbət") nəzərdən keçirilir və o, "potensial global istiləşmə əsasında" müqayisə edilir. Kioto protokolunun "A" Əlavəsi antropogen tullantılarının inventarlaşmasının İDEHQ-in (İqlim dəyişmələri üzrə ekspertlərin hökumətlərarası qrupu) Rəhbərlik prinsiplərindən bilavasitə götürülən konkret qazların və tullantı mənbələrinin siyasini təqdim edir. Qeyri-müəyyənlik amillərlə əlaqədar olan problemləri minimuma endirməkdən ötrü bütün ölkələr tullantıların inventarlaşması barəsində hökumət məruzələrin təqdim etməlidirlər ki, ekspertlər onu tədqiq etsinlər, Konvensiyanın müvafiq orqanları öz aralarındakı müxtəlif məlumatları razılaşdırmağa bilsinlər. Beləliklə, bu və ya digər ölkənin mütəxəssisləri tərəfindən həyata keçirilmiş tullantıların qiymətləndirmələri həm prinsipcə bəyanılsın, həm də texniki razılaşdırılsın ki, bu nümunə kimi həmin ölkələrə tullantıların ticarətində iştirak etməyə imkan versinlər.

Kioto protokolunun 2-ci Maddəsi tullantıların atılmasının məhdudlandırılması üzrə öhdəliklərin yerinə yetirilməsi üçün hər bir Tərəfin işlədiyi və yerinə yetirdiyi tədbirləri təsvir edir. Bu, o cümlədən enerjiden səmərəli surətdə istifadə edilməsinin yüksəldilməsini, yeni və bərpa olunan enerji növlərinin tədqiq edilməsini, karbon iki oksidinin udulma texnologiyalarının və ekoloji təhlükəsiz innovasiya texnologiyalarının işlənməsini və daha geniş surətdə istifadə edilməsini, nəqliyyatda parnik qazlarının tullandırılmasının məhdudlandırılmasını və / və ya azaldılmasını nəzərdə tutur. Ümumiyyətlə, maddə 2 Kiotoda keçirilən konfransın bütün müddəti ərzində baş vermiş diskussiyaların nəticəsindən ibarətdir, o, sona çatmamış və onun nəticələrini çətin ki, qənaətvərici saymaq olar. Yuxarıda qeyd olunmuşdu ki, konfrans iştirakçılarının diqqəti konkret fəaliyyətdə deyil, daha çox zəruri olan məqsəd və müddətlərin müəyyən edilməsinə yönəlmişdi. Buna baxmayaraq, Protokol tullantıların azaldılması məqsədi ilə daxili siyasətin

aparılmasını tələb edir, maddə 2 isə gələcəkdə belə siyasəti aparmağa tələsməyən ölkələri tənqid etməyə imkan yaradır.

Kioto protokolu nəinki müxtəlif tip tullantı və uducular ilə əlaqədar olan ayrı-ayrı ölkələrin daxilisiyası öhdəliklərinə uyğun gəlir, həm də üç mexanizmi daxil etməyə imkan verir ki, həm də beynəlxalq münasibətlərdə də özünü çevik aparmağa imkan verir (həm də “kartellər” barəsində maddələri nəzərə alınmasa, böyük çevikliyə çətin ki, aid etmək olar, belə ki, burada normaların yenidən bölünməsi ilkin ratifikasiyanı nəzərdə tutur və qəbul edilmiş öhdəliklərdən imtina edilməsini nəzərdə tutmur). Hər üç mexanizm Protokolun növbəti Üçüncü maddəsinə əsaslanır.

9.6. Kioto Protokolunun əsas aspektləri və onun beynəlxalq əhəmiyyəti

Kioto protokolunun maddələri – sərtlik və çeviklik prinsiplərinin eyni zamanda vəhdətini təşkil edir. Sərtlik ekoloji-iqtisadi öhdəliklərin qəbul edilməsində, çeviklik isə iqtisadi mexanizmlərin seçimimdəki azadlıqdır, onlardan əsasları aşağıdakılardır:

- öhdəliklərin birgə yerinə yetirilməsi, bu çərçivə daxilində müxtəlif ölkələrin səylərin birləşdirilməsini nəzərdə tutur ki, öhdəliklərin yerinə yetirilməsi üçün öz tullantı və normaların toplanması mümkündür. Bu layihələrin mahiyyətini parnik qazlar tullantılarının azaldılmasında artıqlığın qənaət edilməsidir ki, bu bir tərəfdən ayrı-ayrı ölkələrin ekoloji xərclərin müxtəlif səviyyəsi ilə şərtləndirilir (qiymətləndirmələrə görə Yaponiyada 1 t CO₂ tullantıların azaldılması \$3000 başa gəlsə, Rusiyada isə cəmi \$300 sərf edilir), digər tərəfdən ölkələrə emissiya hüquqlarından çevik şəkildə istifadə etməyə imkan verir.

- təmiz inkişaf mexanizmi (2000-ci ilə kimi tətbiqi icazə verilib). Öz üzərlərinə öhdəlik götürməyən inkişaf etmiş və inkişaf etməkdə olan ölkələrin birgə layihələrin nəzərdə tutur.

İnkişaf etməkdə olan ölkələrdə reallaşdırılan ekoloji layihələr inkişaf etmiş ölkənin normasını artırma bilər.

- lahiyələrin birgə yerinə yetirilməsi mexanizmi. “Emissiyanın azaldılması vahidinin” satışı imkanını yaradır. Bu mexanizm Rusiya üçün xüsusi ilə vacibdir, belə ki, praktiki olaraq istənilən innovasiya-texnoloji layihəni antiemissiya istiqamətli hesab etmək olar.

Kioto protokolu bir çox cəhətlərinə görə mürəkkəb və novator bir sənəddir. Onun əsas nailiyyəti sənaye cəhətdən bütün inkişaf etmiş ölkələrdə parnik qazlarının kəmiyyətə tullantılarının müəyyən edilmiş hüquqi məhdudiyyətlərin müəyyən edilməsidir. Bir çox ekspertlər hesab edirdilər ki, beynəlxalq münasibətlərin hazırkı vəziyyətində bu cür məhdudiyyətlərin əldə edilməsi prinsipə mümkün deyil. Bundan əlavə İƏİT-nin (İqtisadi əməkdaşlıq və inkişaf təşkilatının) əsas ölkələri tərəfindən müəyyən edilmiş kəmiyyət öhdəlikləri bir çox analitiklərin gözlədiklərindən daha artıq olmuşdur. Burada mərkəzi moment tullantılar üzrə normaların beynəlxalq səviyyədə ötürülməsi mexanizmlərinin yaradılması olmuşdur ki, bu da prinsipə Protokol üçün daha önəmli olan öhdəliklərin daha effektiv şəkildə və geniş miqyasda reallaşdırılmasına imkan yaradır.

Normaların ötürülməsinin beynəlxalq mexanizmləri Protokolun ən yeni və ən mürəkkəb aspektini təşkil edir. Onların işlənməsi, tətbiq edilməsi və nəticələrinə aid olan bir çox məsələlər öz həllini gözləyir. Şübhəsiz ki, Protokolun tələblərinə uyğun olaraq həm iqlim dəyişmələrinin arzu edilməyən nəticələrini məhdudlaşdıran, həm də bu təsirlərin yüngülləşdirilməsi üzrə məsələlər gələcək beynəlxalq danışıqlarda yeni mövzunun asan olmayan müzakirələrinə çevriləcəkdir. Protokol hər bir vasitə ilə tərəflərin götürdükləri öhdəliklərin kəmiyyətə necə yerinə yetirilməsini təmin etməyə çalışır, lakin hələ də yoxlama mexanizmlərinin möhkəmləndirilməsi üzrə bütün imkanlar istifadə edilməyib.

Protokol kəmiyyətə dəqiq müəyyən edilmiş öhdəliklərlə əlaqədar olmayan məsələlərdə zəifdir, lakin belə məsələlərin tədricən həll edilməsi üçün dayaq nöqtəsini təmin edir. Protokolun mütləq reallaşdırılmasının konkret tədbirlərini təsvir edir, Protokolun kəmiyyət öhdəliklərinə daxil edilməyən bunker yanacaqlarının müxtəlif növləri barəsində razılaşmanın əldə edilməsinin vacibliyi göstərilir. Protokol Konvensiyada göstərilən inkişaf edən ölkələrin qeyri-müəyyən öhdəliklərini az da olsa gücləndirir, bu həmçinin həmin öhdəliklərlə əlaqədar olan maliyyə və texnologiyaların ötürülməsi məsələlərinə də aiddir. Konvensiya ilə müqayisədə öhdəliklərin yerinə yetirilməsinin yoxlanılmasına aid olan, həmçinin onların artırılması istiqamətində mümkün olan yenidən baxılması bəndlər daxil edilmişdir. Müvafiq ifadələr qəti xarakter daşımır, lakin onlar kifayət qədərdir ki, Protokolu imzalamış ölkələr bu məsələdə irəli getməyə istək yaransın, bunun üçün onlarda imkan olsun.

Protokolda kəmiyyətə müəyyən edilmiş öhdəliklərə yeni iştirakçıların qoşula bilməsi, həmçinin normaların ticarəti məsələsində təfərrüatlı şəkildə tamamilə işlənməməsi prosedurlarının olmaması daha çox gözə çarpır. Bundan əlavə Protokol atmosferdə uzun müddət yaşayan “yeni” qazların (QFQ - Qaz fraksiya qurğuları, PFQ - Perforlanmış qurğular, SF₂) spesifik problemlərin həlli üçün heç bir yol göstərilir. Yeni texnologiyalar sahəsində əməkdaşlıq barəsində heç bir birbaşa xatırlama yoxdur, hətta, belə əməkdaşlıq təklif edilmişdi (lakin, bu səhv onunla əlaqədardır ki, həmin problem ilə çoxlu sayda məsələlərin həlli ilə məşğul olan Beynəlxalq enerji agentliyi məşğul olur.

Bütün bu çatışmamazlıqlara baxmayaraq və nəzərə alınsa ki, belə səviyyəli beynəlxalq danışıqlar həmişə uzun müddətli olur və özünün prinsipial məhdudiyyətlərə malikdir, Protokol – böyük bir nailiyyətdir. Bundan əlavə həmin sənədin bütün tərəflərinin maraqları müəyyən dərəcədə razı salmışdır. Aİ

(Avropa İttifaqı) 1990-cı il səviyyəsi ilə müqayisədə dəqiq müəyyən edilmiş ixtisarlara hüquqi cəhətdən mütləq rejiminə nail olmuşdur. Aİ və AOSİS iqlim dəyişmələri üzrə danışıqların lap əvvəlindən belə rejimi müdafiə edirdi, lakin son nəticə həmin ölkələrin planlaşdırdıqların formada olmamışdır.

Bunun əvəzində ABŞ və İƏİT təşkilatının digər ölkələri normaların istədikləri yenidən paylanması mexanizminin bəyənilməsinə nail oldular (normaların alınması istisna olmaqla). Mərkəzi və Şərqi Avropa ölkələri sənaye aləminə məxsus olmalarını təsdiq etdilər, lakin eyni zamanda əlavə üstünlüklər əldə etdilər, öz üzərlərinə götürdükləri öhdəliklər isə, çox mümkündür ki, təmiz iqtisadi səmərə ilə nəticələnəcəkdir. 77-lər Qrupunda birləşmiş inkişaf etmiş ölkələr qarşılıqlı qoyduqları hər iki məqsədə nail oldular: I Əlavəsinin ölkələri öz öhdəliklərini sərtləşdirdilər, yeni zamanda inkişaf etməkdə olan ölkələr yeni öhdəliklər qəbul etmədilər, bunun əvəzində TİM (Təmiz inkişaf mexanizmi) vasitəsilə qloballaşdırmaya tərəfdar olan sənaye cəhətdən inkişaf etmiş ölkələrin istəklərinə güzəştə getdilər. İqlim dəyişməliklərinin özləri üçün ağır fəsadlarından narahat olan bir sıra ölkələr (Q-77, AOSİS, Afrika) müəyyən nailiyyətlər qazandılar. Eyni zamanda OPEK (neft ixrac edən ölkələrin təşkilatı) və digər neft ixrac edən ölkələr mümkün olan vəsait itkilərindən narahatlıq keçirdiklərindən əlverişsiz fəsadların minimallaşdırılmasının ümumi prinsipinin qəbul edilməsinə nail oldular və nəticədə Protokolun mətnində öz qruplarının spesifik maraqlarını qorumağa imkan verən qeyri-dəqiq müəyyənləşdirmələrin meydana çıxmasına imkan verdi.

Demək olar ki, Protokolun mətnindəki hər bir cümlənin özünün tarixçəsi, özünün rəşional izahı vardır, eyni zamanda ümumi sənəddə bir sıra ziddiyyətlər mövcuddur. Danışıqlarda baş verən qarma-qarışıqdan əlavə ilə heç nə ilə izah etmək olmur ki, TİM nəticəsində yaranan tullantılara verilən kreditlər

2000-ci ildən başladığı halda, sənaye cəhətdən inkişaf etmiş ölkələrin öhdəlikləri 2008-2012-ci illər müddətini əhatə edir. Protokolda nəzərdə tutulmuş nəzəri öhdəliklər sənaye cəhətdən inkişaf etmiş ölkələrdən müəyyən tədbirlərin görülməsini mümkün qədər tez görməlidirlər ki, əgər onlar istəyirlər ki, həmin öhdəliklər yerinə yetirilsin (İqlim üzrə Konvensiya belə tədbirləri artıq tələb edir), lakin Protokolda müddət bərsində heç bir müddəə yoxdur, burada yalnız 2005-ci il üçün “aşkar tərəqqi” bərsində qeyd verilmişdir. I Əlavəsi ölkələrinin normaların ticarəti və BGL (Birgə görülən layihələr) daxilisiyasi tədbirləri “tamamlamalıdır”, lakin TİM proqramı üzrə əldə edilmiş “hesablaşmaya” yalnız I Əlavəsi ölkələrinin öhdəliklərinin “hissəsinə” gedə bilər. TİM və Protokolda nəzərdə tutulmuş maliyyələşdirmə mexanizmi arasındakı münasibətlər aydın olmayaraq qalır.

Buna baxmayaraq Protokol ümumilikdə öhdəliklərin konkretləşdirilməsi üzrə problemi uğurla həll edib. O, İqlim dəyişiklikləri Konvensiyasının qoyduğu bönövrəyə tam dəqiq struktur qurmuşdur. Kioto protokolunun öhdəlikləri bir tərəfdən təbiətin qorunması və iqtisadi nöqtəyi nəzərdən kifayət qədər mülayimdir. Əgər onları inkişaf etdirməsək, onda atmosferdəki parnik qazlarının konsentrasiyasının, global istiləşməsinin, dəniz səviyyəsinin yüksəlməsinin qarşısının alınmasına kifayət qədər qarşısını ala bilməyəcəkdir. İqtisadi analizlər son dərəcədə dəyişir, lakin ən pessimistlər proqnoz edirlər ki, öhdəliklərin yerinə yetirilməsinin ümumi dəyəri, ümumilikdə qabaqcadan müəyyən edilməyən yekun iqtisadi artım ilə müqayisədə praktiki olaraq gözə çarpan olmayacaqdır.

Digər tərəfdən bu öhdəlikləri heç cür orta səviyyəli saymaq olmaz. Onlardan əsasları beynəlxalq mübadilə mexanizmlərini nəzərə almadan, İƏİT ölkələrindən tələb edəcəkdir ki, enerji istehlakını qəti surətdə dəyişdirsinlər, belə qəti addımlar həmin ölkələri vadar edəcək ki, əgər həmin mexanizmləri yüngülləşdirəcək mexanizmlər yenidən nəzərdən keçirilməyə

belə öhdəlikləri heç vaxt qəbul etməsinlər. Güman edilir ki, əgər öhdəliklərin icrasında müəyyən çeviklik nəzərdə tutulmasa bəzi ölkələr Kioto protokolunu ratifikasiya etməyəcəklər.

Yekun vuraraq demək olar ki, öhdəliklərin yerinə yetirilməsinin birinci müddətində xərclərin minimallaşdırma siyasəti ilə siyasətçilərə kifayət qədər və səmərəli təsir göstərmək tələb edilir ki, uzunmüddətli stabilləşdirilməsi kursunun aparılması təmin edilməsi arasında potensial ziddiyyətlər mövcuddur.

Beləliklə, mürəkkəb texniki problemlər Kioto protokolunun reallaşdırılması zamanı icazı verilə bilən çeviklik dərəcəsi bərsində siyasi diskussiya ilə çarpazlaşmışdır. Bəzi iştirakçılar bu mübahisələrin gedişində iqlim problemlərinin strateji həlli liderlərindən tələb edilən dəyişiklik və novasiyaların nümayiş etdirməli olduqları halda, varlı dövlətlər kifayət qədər çeviklikdən istifadə edərək bunları etməyəcəklərindən şübhələndiklərini bildirirdilər.

Ümumilikdə Kioto protokolu ətrafında yaranmış siyasi mübarizə tərəflərin öhdəliklərin icrasında sərhədsiz çevikliyin icazə verilməsinə səbəb olmuşdur. Bu mübarizə Kiotodan sonra da davam edir, hazırda o, üzərlərinə götürülmüş öhdəliklərin icra edilməsi ətrafında aparılır və nümunə kimi axınların hesaba alınmasının, normaların satışı və TİM-lərin hansı qaydalar üzrə diskussiyaların aparılmasında özünü büruzə verir. Lakin əks tərəf vektorunun yaranması da mümkündür: Kioto konfransının qərarlarının sadələşdirilməsinin özündə apardığı təhlükələrin dərk edilməsi artır, onların reallaşdırılması mexanizmləri arasında rəqabət yarana bilər və onları bu və ya digər ölkələr istifadə edə bilərlər, çünki həmin problematika üzrə ölkələrin mövqeləri əsaslı surətdə fərqlənirlər.

9.7. Ölkələrin mövqeləri

Kioto protokoluna münasibətdə ölkələrin mövqeləri müxtəlifdir. Nümunə kimi Kioto protokolunun imzalanmasından bir il əvvəl Buenos-Ayresdə iqlimin qlobal dəyişkənliyi ilə bağlı keçirilən konfransdakı danışıqları göstərmək olar. Burada onun mexanizminin real fəaliyyət mexanizmlərinin işlənməsi müzakirə edilirdi. Avropa İttifaqının üzvləri tullantıların atılması həddinin 15%-ə kimi qaldırılmasına cəhd göstərirdilər. Rusiya emissiyanın azaldılmasının diferensial sisteminin daxil edilməsinin tərəfdaşı kimi çıxış edirdi ki, ümumi azalma səviyyə 3%-ə bərabər olsun. Yaponiya bir çox ölkələrin sənədlərinə daxil edilmiş 5%-li azalma barəsində danışırdı. ABŞ konfransın yekun sənədində inkişaf etməkdə olan ölkələr üçün də öhdəliklərin daxil edilməsini təkid edirdi. Həmin tələbin əsasında tutarlı dəlillər durur – inkişaf etmiş ölkələr arasında böyük miqyaslı sənaye sektoruna malik ölkələr daxildir və müvafiq olaraq iri çirkləndiricilərdir (məsələn, Hindistan və Çin).

Çin artıq iqtisadi inkişaf səviyyəsinə görə dünyada beşinci və ya altıncı yeri tutur. Çində ÜDM (ümumdaxili məhsul) ildə 9% təşkil edir və bu artımı təmin etməkdən ötrü ölkəyə olduqca faydalı qazıntı tələb edilir. Çin 2004-cü ildən başlayaraq elektrik enerjisinin istehsalı üzrə böyük istehsal gücləri işə salır (onların ümumi həcmi Böyük Britaniyanın istehlak etdikləri elektrik enerjisinin ümumi həcminə bərabərdir), özü də bu elektrik stansiyaların çoxu faydalı yanacaqda işləyir.

2012-ci il üçün Kioto üçün əlamətdar olacaq, çox güman ki, Çin iqtisadi inkişaf artım səviyyəsinə görə dünyada üçüncü yerə çıxacaq və yalnız ABŞ və Yaponiyadan geri qalacaq.

Digər dünya nəhəngi – Hindistan da həmçinin, özünün enerji istehlakını artırır. Onun da iqtisadiyyatı sürətli tempdə inkişaf edir və ildə 7-8% təşkil edir. Hazırda Hindistanda istehlak edilən enerjinin həcmi Çindəkindən xeyli aşağıdır,

çünki, o, belə sürətlə sənaye inkişafına nail olmamışdır, onun tikinti işləri daha sakit surətdə gedir. Lakin, artıq Hindistan avtomobil bazarı həcminə görə Çinə demək olar ki, çatıb, orada dünyada ən böyük yol tikintisi proqramı həyata keçirilir, havanın kondisionerləşdirilməsinin yayılması isə enerji istehlakının stabil artımını təmin edəcəkdir.

Mütəxəssislərin hesablamalarına görə Hindistanda 2010-cı il üçün parnik qazlarının tullantılarının həcmi 50% artacaqdır, Çində də eyni ciddi artım gözlənilir və artıq 2030-cu ildə CO₂-nin emissiyasının həcmi üzrə dünya liderinə çevriləcək.

Hər iki ölkə varlı ölkələrin texnologiyalarından istifadə edirlər. Əgər bu texnologiya daha effektiv, təmiz və atmosfərə daha az karbon buraxacaqsa, onlar həmin texnologiyanı təmin edəcəklər. Kioto tələblərinin yerinə yetirilməsi üzrə səylər Qərbi Avropanı və Yaponiyanı məcbur edir ki, ən yaxşı texnologiyaları inkişaf etdirdikləri kimi istər-istəməz Çində, Hindistanda və digər sürətlə inkişaf edən ölkələrdə ekoloji şəraitin yaxşılaşdırılmasına gətirib çıxaracaqdır.

Beləliklə, Kioto Çin və Hindistanı təmiz olmağa kömək edir, baxmayaraq ki, onlar müqavilədə iştirak etmirlər.

9.7.1. Amerika Birləşmiş Ştatları

Yekun sənədi imzalanmasından dərhal sonra daha aydın şəkildə ABŞ nümayəndələrinin bəyanatları eşidilməkdədir ki, Kioto protokolunu ratifikasiya etmək onlar üçün iqtisadi cəhətdən sərfəli deyildir. Bu onunla izah edirlər ki, Kioto protokolunun şərtləri həmin protokol üzrə danışıqlarda iştirakı ərəfəsində ABŞ Senatının 25 iyun 1977-ci ildə qəbul etdiyi Birda-Haql qətnaməsinə ziddiyyət təşkil edir.

Qətnaməyə uyğun olaraq ABŞ, elə beynəlxalq sazişlərdə iştirak etməməlidirlər ki, orada nəinki sənaye cəhətdən inkişaf etmiş ölkələrə, həmçinin inkişaf etmiş ölkələrə aid edilən mütləq məqsəd parametrləri və müddətlər göstərilir, əgər bu sazişlər “ABŞ iqtisadiyyatına ciddi zərbə vura bilərlərsə”.

2002-ci ildə Yohannesburqda BMT-nin sammiti keçirilmişdi, burada bir çox məsələlər müzakirə olunmuşdu: yoxsulluqla mübarizədən başlamış (2015-ci il üçün planetdə yoxsulluğu iki dəfə azaltmaq barəsində öhdəlik qəbul edilsin, ya da qəbul edilməsin? Yoxsulluqla necə mübarizə aparmalı?) aclıq və QİÇS problemi və ekologiyaya kimi.

Qeyd olunmuşdur ki, Yer üzərində yoxsulların, açıqdan əziyyət çəkənlərin və xəstələrin sayı durmadan artır, təbii ehtiyatların tükənməsi sürətlənir. Lakin burada bir çox beynəlxalq görüşlərdə olduğu kimi inkişaf etmiş və inkişaf etməkdə olan ölkələr arasındakı ixtilaflar meydana çıxdı.

Şübhəsiz iqlimin qlobal istiləşməsi məsələsindən də yan keçilmədi. Konseptual fikir ayrılığının əsasını o təşkil etdiyi kimi heç kəs belə bir sual qaldırmayıb – “dayanıqlı inkişaf” konsepsiyasının özünə hansı yer ayrılır.

Burada əsas ziddiyyət özünü büruzə verir: varlı ölkələr üçün açar söz – “dayanıqlıq”, yəni irəli hərəkət deməkdir ki, bu da ekoloji problemlərin həllini və əhalinin rifah halının yüksəlməsini nəzərdə tutur. Üçüncü dünya ölkələri ekologiyani “varlıların oynacağı” adlandırırlar. Çoxları “onilliklərin ümidinin” puça çıxması barədə danışirlar – yoxsullar yalnız Çində azalmışdır, dünyanın başqa yerlərində isə onlar daha da çoxalmışdır. Ən varlı və ən yoxsul ölkələr arasındakı fərq 2 dəfə artmışdır. 2002-ci il danışıqları momentinə ABŞ-da əhalinin hər bir nəfərinə düşən gəlir Afrikanın Burundisindən 350 dəfə çoxdur.

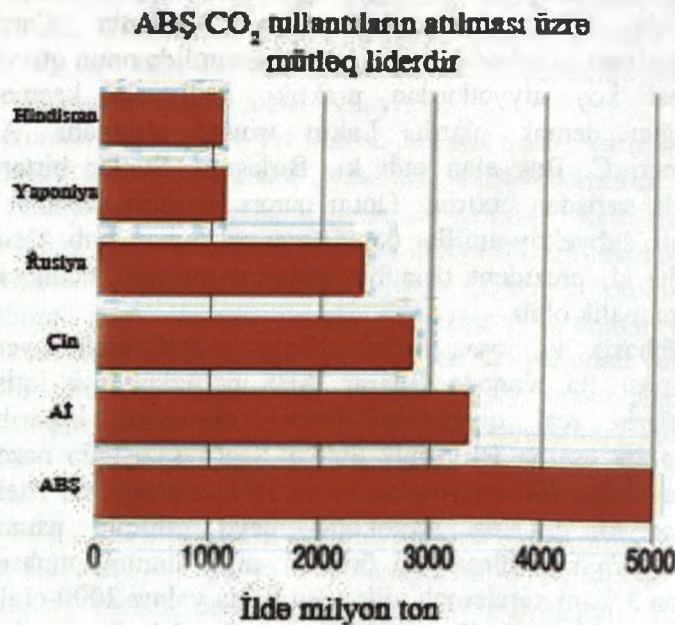
İnkişaf edən ölkələrin nümayəndələri “qızıl milyarda” – ABŞ, Kanada, Avropa və Yaponiyaya müəyyən tələblər irəli sürmüşlər, burada bütün ehtiyatların 17%-i yaşayır. İnkişaf etməkdə olan ölkələr onların borclarının silinməsini, inkişaf etmiş ölkələrin bazarlarına çıxışı açmağı, investisiya axınlarını və maliyyə köməyini artırmasını xahiş etmişlər. Demək olar ki, inkişaf etməkdə olan ölkələr özünün keçmiş müstəmləkə və qeyri-müstəmləkə keçmiş üçün hesab təqdim etmişlər. Faktiki

olaraq onlar tələb edirlər ki, onları saxlasınlar və bundan ötrü “dayanıqlı inkişaf” ilə şantaj edirlər.

ABŞ prezidenti Corc Buş sammitə gəlmədi. Baxmayaraq ki, vahid superdövlətin planetin taleyi üçün məsuliyyət daşdığı barədə bütün bəyanatlar edilmişdi. Onun orta səviyyəli məmurlardan ibarət göndərdiyi nümayəndə heyəti incimış halda xəbər yaydı ki, Amerika yoxsul ölkələrin inkişaf fondlarına dünyada hamıdan çox vəsait xərcləyir. Kioto protokolu üçün Yohannesburqdakı sammit xüsusi bir mərhələ olmalıdır: məhz burada protokolun işə salınması barəsində məlumat verilməsi planlaşdırılmışdı. Bu effektiv bir jest ola bilərdi, xüsusən də nəzərə alınsa ki, Rioda keçirilən əvvəlki sammitdə iqlim dəyişmələri üzrə BMT-nin Çərçivə Konvensiyası qəbul edilmişdi. Hazırkı sammitdə onun qüvvəyə minməsi xoş niyyətlərdən praktiki fəaliyyətə keçməyin başlanğıcı demək olardı. Lakin triumf alınmadı. ABŞ prezidenti C. Buş elan etdi ki, Birləşmiş Ştatlar birtərəfli qaydada sazişdən çıxırlar. Onun qərarı bir sıra səbəblər ilə şərtlənir, subyektiv amillər də axırıncı rol oynamayıb. Demək lazımdır ki, prezident belə bir addımın atılması üçün ciddi əsaslara malik olub.

Şübhəsiz ki, əsas səbəb Kioto protokolunun yerinə yetirilməsi ilə əlaqədar olaraq ABŞ-ın üzvləşməyi iqtisadi məsrəflərin real qiymətləndirilməsi olmuşdur. Aparılmış hesabatlarla əsasən Birləşmiş Ştatlar Kioto sazişində nəzərdə tutulduğundan 300 milyon ton və ya 16 faiz artıq CO₂ istehsal etmişlər ki, bu da protokolda qeyd edilmiş parametrlər göstəricilərə nail olmaqdan ötrü öz milli ümumi məhsulun təqribən 3 %-ni xərcləməli idilər. Bu halda yalnız 2000-ci ildən başlayaraq 2004-cü illər müddəti ərzində elektrik enerjisinin qiyməti ən azı 86% artmalı idi, bu isə öz növbəsində iqtisadiyyatın digər sahələrində xərclərin ciddi sürətdə artmasına səbəb ola bilərdi. 2001-ci ildə ABŞ iqtisadi cəhətdən sərfəli olmadıqlarına görə öz üzərlərinə götürdüləri

öhdəliklərdən imtina etdilər. Mütəxəssislərin təqribi hesablamalarına görə Kioto Protokolunun tələblərinə tam riayət edilməsi dünya ÜDM-in 1%-i dəyəridir. Həmin məbləğin əsas hissəsi Amerika iqtisadiyyatının üzərinə düşəcəkdi, bu isə mütləq onun artım sürətini azaldacaqdır. Nəticə etibarı ilə dünyada ən nəhəng sənayeyə malik olan və müvafiq olaraq ən böyük çirkəndirici Kioto Protokolundan çıxdılar (tullantılar müəyyən edilmiş normaları 16% üstələyir) və bununla da onun həyata keçirilməsi imkanını faktiki olaraq sual altına qoydu.



9.7.2. Avropa İttifaqı

İndi də protokolun əsas təşəbbüskarı olan Avropa İttifaqına müraciət edək. Avropa İttifaqı 2002-ci mayın 31-də BMT-yə rəsmi şəkildə müraciət etdi ki, o, Kioto protokolunu ratifikasiya etmişdir. Bu Kioto protokolunun praktiki surətdə reallaşdırılmasında irəliyə doğru vacib bir addım olmuşdur. Buna baxmayaraq Aİ ölkələrini Kioto mexanizmləri vasitəsi ilə beynəlxalq siyasətdə və ticarətdə öz xeyirləri istiqamətdə nisbətlərin dəyişdirilməsində istifadə etməkdə ittiham edirlər. Yaranmış vəziyyət aydındır – ABŞ-la müqayisədə Avropanın sənayesi daha ekoloji və az enerji tutumludur və hal-hazırda Aİ bu faktdan özünün əsas rəqəbat üstünlüyü kimi istifadə etməyə çalışır, özünün daxili ekoloji standartlarını bütün dünyaya yayır və beləliklə də kifayət qədər əlverişli şərait yaradır. Avropa İttifaqı həmçinin hüquqi və iqtisadi mexanizmləri daxil etməyə səy göstərir ki, bu da ona sərf edəcək, lakin onun əsas rəqibi olan ABŞ üçün əlverişsiz olacaq. Hazırda, amerikalıların Kioto protokolundan çıxdıqdan sonra onlara öz beynəlxalq imicini bərpa etmək iqtisadiyyata xələl gətirmədən mümkün olmayacaq və bu zaman dünya səhnəsində ABŞ-sı xışdırmaq üçün Aİ-nin şansı yaranacaq, sənayenin ekoloji cəhətdən üstünlüyü Aİ üçün vacib bir məsələdir. Avropa sənayesi və nəqliyyatı ən sərt texniki normalara və ekoloji tələblərə (amerika tələblərindən fərqli olaraq) cavab verməsi şərti ilə yaradılmışdır. Avropa ölkələrinin qanunvericiliklərinə çirkləndirici istehsalat üçün çox böyük vergilər barəsində müddəalar daxil edilib, məhz buna görə də orada parnik qazlarının və zərərli qatışıqların tullanmasını minimuma endirməyə imkan verən bir sıra yeni ekoloji texnologiyalar işlənmişdir. Aİ ölkələrində parnik qazlarının atılması üzrə çəkilən xüsusi xərclər olduqca yüksəkdir: məsələn Hollandiyada bir ton CO₂ üçün xərclər 150-dən 250 dollar arasında dəyişir. Protokol üzrə öhdəliklərin yerinə yetirilməsi üzrə Aİ-nin ümumi xərclərin həcmi 130

milyard dollar təşkil edir. Bu gün Avropa İttifaqı Kioto protokolunun reallaşdırılması üçün daha çox hazırlılıqdır. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, ABŞ-da tullantıların həcmi qəbul edilmiş normaları 16% üstələyir. Bu rəqəmlər artmaqda davam edir və 2012-ci “nəzarət” ili üçün təqribən 33% təşkil edə bilər. Amerika ilə müqayisədə Avropa – nəhəng ekopo- lisdır.

“Ekosənaye” – 60-cı illərdən başlayaraq Avropada inkişaf edən ətraf mühitin mühafizəsini və ya qarşısını almağa imkan verən sahə və istehsalların kompleksidir. Bütün dünya üzrə onun dövryyəsi 800-900 milyard dollar təşkil edir, özü də bu bazarda aparıcı rolu Aİ-15 oynayır. Ona bazar həcmnin 50% məxsusdur. Bu Avropa İttifaqı tərəfindən qəbul edilən sərt ekoloji standartlar, sənayenin ekologiyalaşdırılması və insan fəaliyyətinin digər növləri sayəsində əldə edilmişdir. Məhz Avropada “ekosənayenin” məhsullarının iri bazarı yaranmışdır və o, texnoloji və ekoloji standartlara müvafiqdir.

Lakin, bir çox ekspertlər hesab edirlər ki, “ekosənaye” bazarının artım tempi yavaşımışdır, belə ki, sənayenin ekologiyalaşdırılmasının təbii məhdudluğu Avropa İttifaqı ölkələrinin rəqabət qabiliyyətli məhsullarının müəyyən edilən sərhədləri ilə özünü göstərməyə başlamışdır. ÜTT-də (Ümumdünya ticarət təşkilatı) üzvlük “ekosənayenin” birbaşa maliyyələşdirilməsinə imkan vermir, buna görə də onun məhsulunun satışının artırmaq üçün ideal variant – ekoloji standartların bütün dünyaya yaymaqdan ibarətdir ki, məhz bunun sayəsində “ekoloji” sahələri və öz məhsullarının rəqabət qabiliyyətini dəstəkləmək mümkün olacaqdır.

Avropa İttifaqı öz məhsullarının rəqabətlik qabiliyyətinin bərpa edilməsi problemini həll etməkdən ötrü o, elektrik enerjisinin və enerji daşıyıcıların qiymətinin aşağı salınmasına nail olmuşlar (milli monopoliyaların aradan qaldırılması və bazarın liberallaşdırılması yolu ilə). Lakin onların məhsullarının maya dəyəri xarici istehsalçıların maya dəyərindən yüksək olaraq qalır. Yəni qiymət nöqteyi nəzərinə

dünya bazarında rəqabət qabiliyyətindən kənarda qalmaqdadır. Bu halda iqtisadçılar müəyyən etdilər ki, malların maya dəyərindəki əhəmiyyətli komponenti “təmiz istehsal” yer alır. İstehsalın təmizliyi isə bir çox malların keyfiyyətinə bilavasitə təsir etmir. Aİ mübarizə aparır ki, məhz onun standartları ümumdünya standartları olsun. Faktiki olaraq onları ekoloji məhdudiyyətlər – ekoproteksionizm kimi nəzərdən keçirmək olar. ABŞ normaların alınması üçün külli miqdarda vəsait sərf etməli olacaq, daha pisi isə sənaye üçün ekoloji avadanlığın quraşdırılmasına xərc çəkməli olacaq, bu isə nəticədə ABŞ və Aİ-nin mallarının qiymətlərini bərabərləşdirəcəkdir.

Əvvəldə qeyd edildiyi kimi The Economist jurnalının təqribi hesablamalarına görə Kioto protokolunun tələblərini tam şəkildə riayət edilməsindən ötrü ÜDM-nin təxminən 1% tələb edilir ki, onun da əsas hissəsi ABŞ-ın üzərinə düşəcəkdir. Burada Aİ-nin marağı aşkardır. Təbii qaz tullantılarının azaldılması sahəsində standartlar Avropa texnologiyaları və Avropa avadanlığı olmalıdır. Buradan Aİ-nin “daxili tədbirlərin” və Kioto protokolu çərçivəsində “ən yaxşı texnoloji standartların” işlənməsinə daimi aksent göstərilir. Yaxşı bir nümunə kimi 2001-ci ilin oktyabrında Mərkəşdə keçirilən BMT-nin konfransını göstərmək olar, burada texnologiyalar üzrə verilənlər bazasının təqdimatı keçirilmişdir. Aİ onun texnoloji nəzarətindən kənarda qalan parnik qazlarının tullanmasının bütün yollarının qarşısını alır. Məsələn, karbohidrogen yanacaqdan nüvə enerjisinə keçid parnik qazlarının azalmasını təmin edir. BMT-nin Bonn konfransında Rusiya və Kanadanın sərt müqaviməti sayəsində Aİ AES-lərin tikintisinin parnik qazlarının emissiyasına gətirib çıxaran layihələrin siyahısına daxil edilməsinin qarşısını aldı. Digər nümunə - CO₂ uducuları adlananlarla hadisə, ilk növbədə onlara meşələr aid edilir. Rusiya meşələrlə zəngindir, Avropa isə necə deyirlər bu barədə kasıbdırlar və ona görə də aydındır ki, son zamanlara qədər Avropa Kioto protokolunun

yerinə yetirilməsində meşə massivlərinin verdikləri töhvəni belə müzakirə etməkdən imtina edirdilər. Avropa yerdə qalan bütün dünya ilə müqayisədə daha çox “yaşıl” görünür. Müqayisə üçün deyək ki, ABŞ-da neft məhsullarının istehlakı Aİ-15-dən 2 dəfə yüksəkdir. Yalnız ABŞ-ın protokoldan çıxması (1990-cı il reyestrinə görə onların payına ümumi parnik qazlarının həcmnin 36,3% düşürdü) və Kiotonun tamamilə dağılma perspektivi Aİ daha sözbəxan etdi, çünki prosesə Rusiyanın, onun şərti 17,4%-i ilə cəlb edilməsinin zərurətini yaratdı. Buna baxmayaraq Aİ-nin Bonn konfransında təklif etdiyi meşələr tərəfindən CO₂ udulması limiti o qədər də böyük deyildir və demək olar ki, onlar olduqca cüzdür.

Aİ üçün Kioto protololu həm də beynəlxalq ticarətin tənzim edilməsinin yeni üsulları imkanlarının əldə edilməsidir – öz ərazisinə “arzu edilməyən” məhsulların idxalının qadağan edilməsi, bunu da müvafiq istehsalların yüksək enerji tutumuna malik olması ilə və ya onların təklif etdikləri texnologiyalardan istifadə etmədiklərindən və s. ilə izah edirlər, yararsız sahələrin və müəssisələrin tamamilə bağlanmasına kimi tələblər irəli sürürlər.

Avropa İttifaqı dəfələrlə Avropa ticarət sistemini qorumaq və inkişaf etdirmək niyyətində olduqlarını qeyd etmişlər. Aİ güclü və “sərt” öhdəliklər ideyasına sadıqdır. Məsələn, inkişaf etməkdə olan ölkələr üçün 2020-ci il üçün parnik qazlarının tullanmasını 1990-cı il səviyyəsinə nəzərən 15-30% azaltmağı təklif edirlər. Belə öhdəliklər strateji məqsədlərə çatmağın tələblərinə - iqlimin global dəyişikliklərini 2-3°C səviyyəsində saxlanmasına cavab verir.

9.7.3. Rusiya

2004-cü il noyabrın 4-də Rusiya Federasiyasının Prezidenti V.V. Putin “İqlim dəyişikliklərinə dair Birləşmiş Millətlər Təşkilatının Çərçivə konvensiyasının Kioto protokolunun

ratifikasiya edilməsi barədə” qanuni imzalamışdır. Qanun RF Dövlət Duması tərəfindən 22 oktyabrda qəbul edilmiş və Federasiya Şurası tərəfindən 27 oktyabrda bəyənilmişdir.

Kioto protokolu (xatırladaq ki, belə bir ad iqlim dəyişiklikləri problemi üzrə Beynəlxalq konfransının 1997-ci ildə Yaponiyanın Kioto ş. keçirilməsi ilə əlaqədar olaraq almışdır) onu imzalamış bütün tərəflərin atmosfərə atılan parnik qazlarının azaldılması üzrə öhdəlikləri müəyyənləşdirir: karbon iki oksidi, metan, azot oksidi, hidroftorkarbonlar, perftorkarbonlar, kükürd heksaftorid).

Rusiyanın adından həmin sənəd 1999-cu il martın 11-də Nyu-Yorkda imzalanmışdır, lakin beş il müddət ərzində o ratifikasiya edilməmişdi. Protokolun qüvvədə olma müddəti ərzində (2008-ci ildən 2012-ci ilə qədər) Rusiya üçün icazə verilə bilən səviyyə kimi 1990-cı il göstəricisi qəbul edilmişdi ki, o vaxt belə qazların atılmasının maksimum həcmi əldə edilmişdi. 2012-ci ildən sonra tərəflərin öhdəlikləri sonrakı danışıqlar gedişində müəyyən ediləcəkdir.

Hazırkı sazişin beynəlxalq qanuna çevrilməsindən ötrü iki hadisə baş verməlidir. Birincisi: o, 55 ölkənin qanunvericilik orqanları tərəfindən bəyanımlıdır. İkincisi: onu ratifikasiya etmiş ölkələrin CO₂-nin ümumi atılan həcmi 1990 İDÇK-in (İqlim dəyişikliklərinin çərçivə konvensiyası) I Əlavəsindəki ölkələrin tullantılarının ən azı 55%-ni təşkil etməlidir.

Bu hadisələr nöqteyi nəzərindən Protokolun Rusiya tərəfindən imzalanması olduqca vacibdir. Bu isə o deməkdir ki, Protokolun qüvvəyə minməsindən ötrü ikinci şərt avtomatik surətdə yerinə yetirilməsi deməkdir, çünki RF-in payına parnik qazlarının 17,4%-i düşür. Sənədin Rusiya tərəfindən ratifikasiya edilməsi zamanı o, 124 dövlət tərəfindən ratifikasiya edilmişdi ki, onların da atmosfərə atılan karbon qazının ümumi həcmində payı 44,2% təşkil edir.

Sazişin ən böyük iştirakçılarından olan ABŞ-ın 2002-ci ildə Kioto protokolundan çıxdıqdan sonra məhz Rusiya

tərəfindən ratifikasiya edilməsi protokolun özünün mövcudluğunu şübhə altına alan mülahizələrin sona yetməsi üçün olduqca vacibdir.

Rusiyanın Kioto protokolunun ratifikasiya edilməsinə münasibətdə mövqeyi birmənalı olmayıb və bir-birinə ziddiyyət təşkil edən vəzifəli şəxslərin bəyanatlarına rast gəlmək olur. Kioto protokolunun Rusiya tərəfindən ratifikasiya edilməsinin əsas rəqibi Vladimir Putinin müşaviri – Andrey İllarionovdur. O qeyd edir ki, protokolun ratifikasiyasından dəyən zərər aşağıdakı mövqeyələrin müqayisəsinin yığımından ibarətdir:

- Kioto protokolunun “A” Əlavəsinə müvafiq olaraq parnik qazlarının emissiya normalarının Rusiya şirkətləri tərəfindən əldə edilə biləcək maliyyə ehtiyatlarının həcmi;
- Göstərilən qazların emissiyası normalarının Rusiya şirkətləri tərəfindən alınması nəticəsində ödədikləri maliyyə ehtiyatlarının həcmi (müəyyən edilmiş limitlərin həddini keçdiklərinə görə cərimələrin ödənişi);
- Kioto protokolunun tələblərinin təmin edilməsindən ötrü Rusiya şirkətlərinin və Rusiya Federasiya hakimiyyətinin müvafiq tədbirləri xərclərinin həcmi;
- Hazırkı Protokolun tələblərini yerinə yetirilməsi zamanı istər-istəməz iqtisadi artımın sürətinin azalmasının miqyasları.

“A” Əlavəsinə daxil edilmiş qazların emissiyası normalarının ticarəti nəticəsində Rusiya rezidentləri tərəfindən aldıkları (ödədiklər) maliyyə ehtiyatlarının həcmi onların emissiyalarının fiziki həcmələrinin dinamikasından; Protokolda baza kimi qəbul edilmiş 1990-cı il səviyyəsinə çatdırılması müddəti və həmçinin normaların satışının gələcək bazarında proqnoz qiymətlərindən çıxış edərək qiymətləndirmək olar. İqtisadi artım sürətinin azalmasının potensial miqyasını Kioto

protokolunun tələblərinə müvafiq olaraq karbohidrogenlərin istifadə edilməsi həcminə görə qiymətləndirmək olar.

Kioto protokolunun ekoloji tənzimlənmənin beynəlxalq aləti kimi istifadə edilməsi barəsində müxtəlif tərəfli fikirlər mövcuddur. Bir çox ekspertlər Kioto protokolunun global istiləşmə barəsindəki ilkin mülahizəni şübhə altına alır.

Tənqidçilər qrupu göstərir ki, əgər global istiləşmə baş verirsə, bunda antropogen amilin töhvəsi minimaldır, ölkələrin çəkəcəkləri zərər isə ölçülməz dərəcədə böyükdür (onlar təqribən dünya ÜMD-nin 1%-ni təşkil edir).

Rusiyanın bu sahədəki aparıcı mütəxəssislərindən olan akademik Kirill Kondratyev qeyd edir ki, “İqlim dəyişənliklərinin ədədi modelləşdirilməsinə bu günləri xüsusi əhəmiyyət verilir, əslində isə biz indiyə kimi iqlim proseslərini bir çox şeyləri başa düşmürük və yüz il qabaq üçün ciddi proqnoz verməyə haqqımız yoxdur”. Onun sözlərinə görə Kioto protokolu antropogen amilin böyük təsirə malik olması barəsində yanlış ehtimaldan çıxış edir.

Rusiyanın digər alimi, Qlobal iqlim və ekologiya İnstitutunun direktoru Yuriy İzrail hesab edir ki, əgər hətta çirkləndirici ölkələrin çoxları belə protokolu ratifikasiya etsələr belə və gələcəkdə orada qəbul edilmiş qaydalara riayət etsələr belə (bunun ehtimalı olduqca azdır) alınan effekt olduqca cüzi olacaq. Akademik həmçinin qeyd edir ki, müasir elmdə bəşəriyyət üçün həqiqi təhlükəli olan atmosferdəki karbon iki oksidinin səviyyəsi barəsində məlumatlar yoxdur.

Kopenhagen Gələcək Akademiyasının prezidenti, daniyalı Martin Aqerup bəyan edib ki, Kioto protokolunda göstərilmiş trilliyon dollarlıq xərclərdən əldə ediləcək ümumi “temperatur effekti” 21 əsrin sonunda mənfi 0,1°C təşkil edəcək. Bir çox alimlər zənn edirlər ki, istiləşmənin heç olmasa bir qədər yavaşması üçün yaxın vaxt ərzində hazırkı səviyyə ilə müqayisədə parnik qazlarının atılmasını 60% azaltmaq

lazımdır. Bu isə şübhəsiz real deyildir. Lakin biz bilirik ki, Rusiya artıq Kioto protokolunun ratifikasiya etmişdir.

Hal-hazırda Rusiya tullantıların atılması səviyyəsinə görə dünyada 3-cü yerdədir, onların ixtisar edilməsi üzrə isə birinci yerdədir. Ru-siya və xarici ekspertlərin çoxusu söyləyirlər ki, Rusiya Kioto protokolu üzrə götürdüklerini artıq yerinə yetirilmişdir və bunun səbəbi istehsal aktivliyinin kəskin sürətdə azaldılmasıdır. 1998-ci ildə Rusiyanın tullantı atılmaları 1990-cı ilin səviyyəsinin 70% səviyyəsinə bərabər olacaqdır və İqtisadi inkişaf nazirliyinin proqnozlarına görə 2012-ci nəzarət ili üçün 96%-dən yuxarı olacaqdır. Rusiya 2008 – 2012-ci illər ərzində 2000 – 2008-ci illər müddəti üçün 1,25 milyard ton + 1,8 – 2,54 milyard ton norma toplayacaqdır. Rusiya və xarici analitiklərin mülahizələrinə görə bir tonun qiyməti 10-dan 50 dollar arasında dəyişəcəkdir. Normalara olan beynəlxalq tələbat 2008 – 2012-ci illər üçün təqribən 10 – 15 milyard ton kimi qiymətləndirilir. Ən iri alıcılar kimi Yaponiya, Kanada və mümkündür ki, Aİ ölkələri olacaqlar. İqtisadi inkişaf nazirliyinin hesablamalarına görə 2008-ci ildə Rusiya bu bazarda sövdələşmələrin həcmi 15 – 23 milyard dollar həcmində çatdıra bilər. 2003-cü ildə Britaniyanın The Financial Times yazmışdır ki, Rusiya Kioto protokolunu imzalamaqla təqribən 10 milyard dollar mənfəət əldə edə bilər.

Kioto protokolunun daha məşhur mexanizmi normaların ticarəti mexanizmidir. Rusiya burada üstünlüyə malikdir, belə ki, tullantıların atılması normaları 1990-cı il səviyyəsində müəyyən edilmişdir, istehsal, enerji istehlakı və deməli, həmin müddətdən bəri Rusiyada parnik qazlarının emissiyası xeyli dərəcədə azalmışdır. Normaların satışı hesabına ölkə gözə çarpan material fayda əldə edə bilər. Bu, lakin mümkündür ki, Rusiya üçün heç də əsas üstünlük deyildir. İnvestisiya layihələrindən istifadə edilməsinə aksen edilməlidir, burada yuxarıda deyilən Kioto protokolunun iqtisadi mexanizmi istifadə edilə bilər. RF İqtisadi inkişaf nazirliyinin yanındakı

iqtisadi analiz Bürosu Rusiya layihələrinin portfelini hazırlamışdır. Buraya səmt qazının tutulması, tullantıların emal edilməsi, meşə bərpası, istehsalın enerji effektivliyinin yüksəldilməsi üzrə təkliflər daxildir.

Rusiya müəssisələri birgə yerinə yetirilmə adlanan layihələrə investisiya cəlb etmək şansı əldə edəcəklər. Burada parnik qazlarının emissiyasını azaldılmasını təmin etməli olan ölkələrin hökumətləri və ya təşkilatları investorlar kimi çıxış edəcəklər. Tullantı layihələrinin reallaşdırılması zamanı azaldılmış fordvard sövdələşmələrinin investora ötürülməsi tələb olunan maliyyələşdirmənin təminatı kimi çıxış edə bilər.

Belə layihələrin nümunəsi kimi, yanacaq qazının sərfini azalmağa imkan verən “Simone” proqram-hesablama kompleksinin tətbiqi ilə qaz nəqlinin avtomatlaşdırılmış sisteminin tətbiq edilməsinin “Qazprom” ASC və “Ryqaz AQ”-nin birgə layihəsi göstərmək olar. Layihənin birinci mərhələsinin texniki reallaşdırılmasının “Volqatrans” MMC-nin sahələrindən birində aşağıdakıları azaltmağa etməyə imkan vermişdir:

- yanacaq qazının ildə sərfini ildə 90 milyon m³;
- elektrik enerjisinin sərfini ildə 575 milyon kvт-saat;
- CO₂ emissiyası ekvivalent tonlarla 447 min/il

səviyyəsində.

Həmçinin, YEK (yanacaq energetika kompleksi) müəssisələrində parnik qazların tullantı atılmalarının azaldılması üzrə Rusiya-Yapon proqramı mövcuddur. Dəyəri 2 milyard dollar olan layihəni yaponlar maliyyələşdirilməsinə hazırdırlar, lakin dövlət təminatı tələb edilir. Belə təminat kimi onlar Rusiya müəssisələrinin modernləşdirilməsi üzrə birgə layihələrin yerinə yetirilməsi nəticəsində əldə edilmiş tullantı normaların ötürülməsinə baxılmasına razıdırlar. “Qazprom” ASC və Yaponiya korporasiyalarının (Sumitomo, Nippon Steel və s.) birgə layihəsi mövcuddur ki, ASQ hissəsinin boruların, compressor avadanlığının dəyişdirilməsi və əlavə lupinqin

yaradılmasını nəzərdə tutan texniki rekonstruksiyasını nəzərdə tutur. İşlənmiş layihənin TİƏ (texniki iqtisadi əsaslandırılması) göstərir ki, rekonstruksiya olunan sahədə aşağıdakıları azaltmağa imkan verəcəkdir:

- təbii qazın birbaşa itkiləri 114 milyon m³/il
- yanacaq qazının 78 min m³/il;
- CO₂ emissiyası ekvivalent tonlarla 1 min/il

səviyyəsində.

Beləliklə “Qazprom” ASC-in Kioto protokolunu imzalamış ölkələrin korporasiyaları ilə əməkdaşlığın təcrübəsi Rusiya Federasiyası istehsal komplekslərində enerji effektivliyinin və ehtiyatların istifadə edilməsinin azaldılması üçün irimiqyaslı xarici investisiyaların cəlb edilməsi məqsədi ilə parnik qazları emissiyasının azaldılması potensialından real şəkildə istifadə edilməsini nümayiş etdirir.

Ehtimal edilir ki, birgə yerinə yetirilmə mexanizmlərinin reallaşdırılmasından istifadə edilməsi nəticəsində Rusiya iqtisadiyyatına xeyli investisiya axınının cəlb edilməsinə şərait yaradacaqdır, belə ki, o, enerjinin qənaət edilməsinin nəhəng potensialına və bir çox inkişaf etmiş sənaye ölkələri ilə müqayisədə enerjinin qənaət edilməsi üzrə tədbirlərin reallaşdırılması üçün daha aşağı xərc səviyyəsinə malikdir.

Əgər Rusiya hökuməti normalar kimi belə bir nadir iqtisadi ehtiyatların istifadə edilməsindən ötrü şərait yarada bilsə, onda ölkə dövrüyyəsi milyard dollarla ölçülən emissiyaların global ticarətinə cəlb ediləcəkdir. Bütün bunlar iqtisadiyyatın inkişafı üçün ciddi təkan olacaqdır.

Rusiya üçün daha bir üstünlüyü qeyd etmək olar – protokoldan ABŞ-ın çıxması ilə Rusiyanın əhəmiyyəti artmışdır, belə ki, onun Avropa ölkələrinə təsir etməsinin əlavə vasitəsi yaranmışdır. Rusiya elə bir vəziyyətə düşə bilər ki, o nə ilə isə Avropa ölkələrinə təsir nüfuzunu artırır. Həmçinin, Rusiyanın xarici kredit xəttlərinin təmin edilməsi

məqsədi ilə normaların azaldılması imkanları da mövcuddur. Rusiyada ekoloji layihələrin yerinə yetirilməsi məqsədi ilə fondların yaradılması mümkündür. Növbəti istiqamət birgə yerinə yetirilən layihələr çərçivəsində Rusiyaya Avropa investisiyalarının cəlb edilməsidir: istehsal güclərinin modernləşdirilməsi, yeni növ məhsulların mənimlənməsidir ki, bu da enerji effektivliyinin yüksəldilməsinə yönəldilmişdir. Lakin, Rusiyaya parnik qazlarının emissiyasının monitorinqi üçün ümummilli sistemin yaradılması məqsədilə təmainsız texniki yardım tələb olunur. Yəni, hal-hazırda Kioto protokolunun imzalanmasından əldə edəcəyi fayda onun özündən, çirklənmə normaları bazarında özünün necə aparmağından, Rusiya müəssisələrinin modernləşdirilməsi layihələrinin reallaşdırılmasından asılıdır. Dividendlərin alınması üçün gözəl şərait yaranmışdır.

RF İqtisadi inkişaf nazirliyinin məlumatlarına əsasən təxminən 300 000 müəssisə Rusiya təbiətinə neqativ təsir göstərir. 1991-ci ilin başlanğıcından Rusiyada qüvvədə olan ekoloji ödəmələr sistemi (ölkədə bu ödənişin 1,5 milyon belə ödəyicisi vardır) büdcəyə çirkləndirici maddələrin 400 növü üzrə ödənişlər nəzərdə tutulmuşdur.

Bu ilk növbədə icazə verilə bilən çirklənmə normativləri həddlərində tullantılar (və atılmalar) üçün ödəmələrdir. Müəssisələr müəyyən edilmiş standartlara texnoloji cəhətdən müvafiq olmadıqda, onlara qarşı limitlər – məhdud zaman ərzində buraxıla bilən tullantıların “müəyyən fərdi normativlər” tətbiq edilir.

Nəzəri cəhətdən, onun qüvvədə olduğu müddət ərzində şirkət təbiəti qoruyucu texnologiyalara investisiya yatırmalı və çirklənməni azaltmalıdır. Əgər müəssisə pozucu fəaliyyətlə məşğuldursa, bu halda onun ödənişi 25 dəfə artacaqdır. Praktikada ekoloji ödənişlərin 25 qat əmsalı tətbiq edilmir, belə ki, müəssisələr modernləşdirmə və ekoloji standartlara keçid proqramlarını hazırlayırlar. Doğrudur, sonradan məlum olur ki,

həmin proqramların yerinə yetirilməsi üçün limitlər də çatışmayır və tez-tez müəssisə və məmurlar arasında alver predmetinə çevrilir, ona görə də onu uzadılması zərurəti yaranır.

Nəticə etibarlı ilə 1994-2004-cü illər ərzində RF Təbii ehtiyatlar nazirliyinin məlumatlarına görə hava, su və torpağın sənaye çirklənmə səviyyəsi hər il orta hesabla 5% artmışdır.

2005-ci il üçün ekoloji ödənişlər aşağıdakı kimidir: elektrik energetikasında - müəssisənin istehsal xərclərinin 0,05%; yanacaq sənayesində - 0,04 %. Ekoloji tədbirlərə edilən ən yüksək xərclər səviyyəsi əlvan metallurgiyada və sellüloz istehsalındadır – 0,1 və 0,12%. ABŞ və Kanada müəssisələrinin “ekoloji” xərclərə çəkdiqləri pay orta Rusiya göstəricilərindən on dəfələrlə yüksəkdir.

Hal-hazırda Rusiyada təxminən 100 layihə mövcuddur ki, onlardan da artıq 20 ilkin surətdə bəyənilmişdir, o cümlədən İqtisadi inkişaf nazirliyində, o söyləmişdir.

Energetika, qaz və kimya sahələri müəssisələrinin, həmçinin bir sıra mənzil-kommunal təsərrüfatı müəssisələrinin, sellüloz-kağız kombinatlarının atdıqları parnik qazlarının azaldılması üzrə layihələr təqdim edilmişdir.

İşkov qeyd edib ki, “Daha miqyaslı layihələr – VEŞ RSC-in (Vahid elektrik şəbəkələri Rusiya Səhmdar Cəmiyyətinin) daş kömür və mazutun əvəzinə təbii qaza keçməsi təşkil edir. Bundan əlavə nəhəng ehtiyat qazpaylayıcı şəbəkələrdə qaz sızmalarının qarşısını almağa yönəldilmiş layihələrdir”.

Yakutiya qazçıxarma yataqlarında qaz ilə birlikdə çıxarılan nadir tərkibə malik olan qaz kondensatı xammalından karbohidrogen yanacaqlarının müxtəlif növlərinin alınması məqsədi ilə SSRİ Qaz sənayesi nazirliyinin ÜETLİqaz-ın (Bakı) alimləri və mühəndis-texniki əməkdaşlarının “Yakutqazsənaye” İB ilə birgə ekoloji vəziyyətə və regionun təhlükəsizliyinə mənfi təsir göstərən tullantılardan istifadə edilməsinin texnoji sxemi işlənmişdir. Bu yanacaqların yüksək

keyfiyyəti NS ÜİTİ və Çelyabinsk Politeknik İnstitutunun laboratoriya tədqiqatları ilə təsdiqlənir. Çoxmilyonlu iqtisadi effekt verən işlənmə yay naviqasiya zamanı Lena çayı vasitəsilə gəmilərin naviqasiya dövründə müvafiq yanacaqların xeyli dərəcədə təchizatını azaldılmasına, həmçinin yüksək silisium seolit katalizatorlarında aşağı oktanlı fraksiyalı qazkondensat xammaldan emal vasitəsilə praktiki olaraq benzinin yüksək oktanlı növlərinin alınmasına şərait yaradır.

Məşə təsərrüfatı sahəsində CO₂-nin udmasını təmin edən layihə işlənmələri başlanğıc mərhələdədir (məsələn, meşələrin bərpa edilməsi, boş sahələrdə ağacların xüsusi əkilməsi). Həmin layihələrin reallaşdırılmasına başlanılması üçün normativ baza, investorlar, həmçinin normaların ötürülməsi mexanizmləri tələb edilir. Bundan əvvəl qeyd edildiyi kimi Rusiyanın normaların satışı üzrə üstünlüklərə malikdir (ondan atılan tullantıların həcmi azaldılması tələb edilmir, yalnız 1990-cu il səviyyəsini aşmamaq tələbi qoyulur).

İşkovun rəyinə görə: “... bizdə olan norma kifayət edir ki, real sənayenin inkişafı təmin edilsin. Layihələrin reallaşdırılması nəticəsində əldə edilmişləri satmaq olar”.

Departament rəhbəri hesab edir ki, 2012-cı il üçün Rusiyada enerji ehtiyatlarının sərfini iri investisiyalar cəlb etmədən 10% azaltmaq mümkündür, bunun üçün isə “sadəcə olaraq mövcud olan ehtiyatları qənaət etməklə və effektiv surətdə istifadə etmək lazımdır”.

Ətraf mühitin qorunması problemlərinin həlli məqsədi ilə azsaylı üsullar müxtəlif təşkilatlar tərəfindən təklif edilib: RF İqtisadi inkişaf və ticarət nazirliyi, RF Təbii ehtiyatlar nazirliyi, Enerji karbon fondu (“Rusiya VEŞ RSC” tərəfindən yaradılıb); Milli karbon sazişi (MKS) – qeyri-kommersiya partnyorluğu tullantıların azaldılması üzrə öz üzərlərinə götürməyə hazır olan təşkilatların birliyi (“RUSAL”, Evrazholding”, “Rusiya VEŞ RSC” AFK “Sistemi”, QSC (qapalı səhmdar cəmiyyəti “MDM Qrupu”- hər il parnik qazları emissiyasının

ümumrusiya həcmnin 1/3-dən 650 milyon ton karbon qazı üçün məsuliyyət daşıyırlar), həmçinin ekoloji və investisiya konsaltinq sahəsində ixtisaslaşan Rusiya bank və şirkətləri.

Bu idarə tərəfindən artıq təqdimatı edilmiş ekoloji ödənişlərin yeni sxemi üzrə 2006-cı ildən başlayaraq normalara müvafiq olan müəssisələrin ödənişləri ləğv edilir. Həmin vəsaitlərin hesablanması, lakin təsərrüfat fəaliyyəti subyektlərindən alınmaması təklif edilir ki, onlar istehsalın yeniləşdirilməsi və təbiəti qorumağa imkan verən texnologiyalardan istifadə etmək məqsədləri üçün vəsaitlərə malik olsunlar. Lakin eyni zamanda limitlərin də ləğv edilməsi təklif edilir, vəsaitləri isə yalnız qərəzli pozuculardan alınmasını şirkətlərin mənfəətlərindən əvvəlki 25 qat əmsali ilə. Elə həmin bu prinsiplər ətraf mühitə neqativ təsirə ödənişlər üzrə gələcək qanunun konsepsiyasının əsasını təşkil edəcək.

Ehtimal edilir ki, yeni sistemin daxil edilməsində ekoloji ödənişlərin ümumi miqdarı dəyişməz qalacaqdır: o, əvvəlkiyə 11,5 milyard rubl həcmində olacaq, lakin konkret müəssisə və sahələr üçün normativdən artıq ödənişlərin artması hesabına rəqəmlər əhəmiyyətli dərəcədə dəyişə bilər. Elektrik energetikası müəssisələri üçün artım təqribən 15% təşkil edəcəkdir. Praktiki olaraq belə bir artım neftkimyası müəssisələri üçün gözlənilir – onların ödənişləri təqribən 20% artacaqdır. Sellüloz-kağız sənayesi müəssisələrindən yığımların həcmi 50%, neft çıxarma sənayesində isə 60% təşkil edəcək.

Rusiya müəssisələrinin problemi ondan ibarətdir ki, onlar hələlik Aİ müəssisələrinin əldə etdikləri ekoloji standartlardan sonsuz dərəcədə uzaqdırlar.

Rusiya sənayesinin aparıcı sahələri müəssisələrinin əksəriyyəti tullantılar üzrə nə əvvəlki, nə də hazırlanan normativlərə uyğun gəlir. Normativdən artıq ödəmələrdən qaçmaq məqsədi ilə onların çoxusu öz istehsallarını modernləşdirməlidirlər.

Bir sıra digər şirkətlər, o cümlədən SUEK və EvrazHolding, həmçinin əsas emitterləri idarə edən Sənayəcənergetika YEK-in Departamenti və Dumanın energetika, nəqliyyat və rabitə Komitəsi onların KP üzrə mövqeyi üzrə mövqeyinin bildirilməsi sualına şərh verməkdən imtina ediblər.

Eyni zamanda karbon qazı və digər parnik qazları tullantılarının atılması üzrə strateji məhdudiyyətlər Rusiya iqtisadiyyatında birinci skripka rolunu oynayan neftçi və qazçılarda şübhə doğurmaya bilməz. Axı neftqaz bazarı müəyyənləşdirilməsinə görə - “karbon biznesi”dir və atmosfərə karbon iki oksidinin atılmasının məhdudlandırılması mahiyyət etibarı ilə təchizatçılar üçün neftin qiymətinin düşməsi və enerji ehtiyatları bazarının məhdudlandırılmasıdır.

Karbon qazının atılmasının iqlimin global istiləşməsinə təsiri barəsində, Kioto protokolunun iqtisadi və siyasi toplananları barədə bütün mübahisələrdə onu yadda saxlamaq lazımdır ki, bu tullatıların atılması hər birimizə təsir göstərir. Ümumdünya səhiyyə təşkilatı atmosferin çirklənməsi ilə əlaqədar olaraq iri şəhərlərdə insanların sağlamlıqlarının pisləşməsi barəsində müntəzəm surətdə məlumatlandırır. Bundan əlavə insanların sağlamlığındakı ümumi göstəricilərdə ekoloji amilin əhəmiyyəti artır. Bu tədqiqatı aparmış ekspertlər qrupunun rəyinə görə Kioto protokolunun ratifikasiya edilməsi və parnik qazları tullantılarının atılmasının idarə edilməsinin effektiv sisteminin yaradılması ənənəvi atmosfer çirkləndiricilərinin əlavə artımının qarşısının alınmasına imkan verir. Bu gün yanacağın yandırılmasından yaranan tullantı atılmasının ümumi payı sağlamlıq riskinin təqribən 10-25%-ni təşkil edir. Lakin tullantıların atılmasının effektiv tənzimləmə strategiyasının olmadığı halda bu göstərici 50% və daha artıq qiymətə çata bilər.

İnsan daha çox xəstələnir, yeni “ekoloji” xəstəliklər (məsələn, xroniki yorgunluq sindromu) yaranıb. Məqapolislər-

də qadınlarda peproduktiv funksiyaların aşağı düşməsi baş verir, bu da ÜST-nin məlumatlarına görə ekoloji vəziyyətin pisləşməsinin nəticəsidir. Bütün bunlar demoqrafik vəziyyətə, əmək məhsuldarlığına və deməli iqtisadiyyata təsir göstərir.

Əgər Rusiya Hökuməti Kioto protokolunun kəsərli milli mexanizmlərini yarada bilərsə, bu energetikanın, mənzil kommunal təsərrüfatının modernləşdirilməsi üçün, qazanxanaların daş kömürdən qaza və bərpa oluna bilən enerji mənbələrinə keçirmək üçün əlavə investisiyaları cəlb edilməsi üçün yaxşı kanal ola bilər. Parnik qazların tullantı atmalarının azalmasında, məsələn elektrik stansiyaların və qazanxanaların daş kömürdən qaza keçirilməsində havanın çirklənməsi kəskin surətdə azalır ki, bu da ciyər xəstəlikləri, astma və s. ilə xəstələnmələrin aşağı salınmasına gətirib çıxarır. Rusiyanın 6 şəhərində (Moskva, Nijni Novqorod, Voronej və s.) aparılmış tədqiqatlar parnik qazları tullantılarının atılması üzrə ilk növbəli tədbirlərdən ümumrusiya effektinin il ərzində insanların ölüm hallarının 40 min azalmasına nail olunmuşdur.

9.8. Qlobal istiləşmə ilə bağlı iqlim proqnozları

Uzaq və çox da uzaq olmayan keçmişin iqliminə dair məlumatların araşdırılması gələcək iqlim dəyişmələrinin proqnozlaşdırılması üçün zəngin material vermişdir. Qlobal istiləşmə və onun gələcəkdə ola biləcək fəsadlarının proqnozlaşdırılması ilə bir çox elmi mərkəzlər məşğul olur. Lakin iqlimin müasir durumunu qiymətləndirmək mürəkkəb olduğu kimi onun gələcəkdə necə dəyişəcəyini də müəyyən etmək çox çətindir. Buna görə də bu sahədə proqnozlar olduqca müxtəlif və hətta bəzən ziddiyyətlidir.

Ötən yüzillikdə sənaye və kənd təsərrüfatının inkişafı və bununla əlaqədar enerji istehsalı elə bir səviyyəyə çatdı ki, atmosfərə atılan karbon qazının əvvəlki dövrlərdəkindən dəfələrlə çox olduğu artıq heç kəsə şübhə doğurmadı. Lakin əsrin ortalarına qədər atmosfərə atılan qazın miqdarı barədə

dürüst məlumat yox idi. BMT-nin təşəbbüsü ilə 1957-ci il iyulun 1-dən 1958-ci il dekabrın 31-ə qədər olan 18 ay “Beynəlxalq geofizika ili” elan edildi və bu dövrdə dünyanın 67 ölkəsi tərəfindən bütün Yer kürəsində vahid proqram və metodika əsasında geofiziki müşahidələr aparıldı. O zamandan dünyanın müxtəlif bölgələrində sisteməlik atmosfer ölçmələri həyata keçirilir ki, bunun da nəticəsində havada karbon qazının artmaqda olduğu dəqiqliklə təsdiq edilmişdir.

1988-ci ildə Birləşmiş Millətlər Təşkilatı tərəfindən dünyanın 300 aparıcı iqlimşünas aliminin daxil olduğu İqlimin Dəyişməsi Problemləri üzrə Hökumətlərarası Ekspert Qrupu (IPCC) yaradıldı. Elə həmin il Kanadanın Toronto şəhərində alimlər və siyasətçilər atmosfərə karbon qazı atılmalarının azaldılması yollarını müzakirə etdilər.

1990-cı ildə Nobel mükafatı laureatı olan qırx doqquz alim bəyan etdi ki, “qlobal istiləşmə XXI yüzilliyin ən ciddi ekoloji təhlükəsidir və biz gələcək nəsillərin bu təhlükə ilə üzləşməyəcəklərinə əmin olmaq üçün indidən ölçü götürməliyik”. Elə həmin il müstəqil beynəlxalq ekoloji təşkilat olan “Qrinpis” ABŞ-ın, Böyük Britaniyanın, İsveçin, Braziliyanın və Hindistanın enerji sahəsində aparıcı alimləri tərəfindən yazılmış “Qlobal istiləşmə” məruzəsini dərc etdi.

1992-ci ildə BMT-nin ətraf mühit və inkişaf üzrə Rio-de-Janeyroda keçirilmiş konfransında İqlim Dəyişmələri Haqqında Konvensiya qəbul olundu. Bu sənəddə qlobal istiləşməsinin mənfi nəticələrinin qarşısını almaq üçün cəhdlərin beynəlxalq səviyyədə birləşməsinin zəruri olduğu göstərildi.

1997-ci ilin dekabrında Yaponiyanın Kioto şəhərində BMT-nin İqlimin Dəyişməsi Üzrə Üçüncü Konfransı keçirildi ki, burada dünyanın 171 ölkəsinin dövlət nümayəndələri iqlimin istiləşməsinə aparıb çıxaran karbon qazı atılmalarının azaldılması üzrə saziş (Kioto protokolu) imzaladılar və 2007-ci ildə o bütünlükdə qüvvəyə mindi. Bu sazişə görə, dünyanın

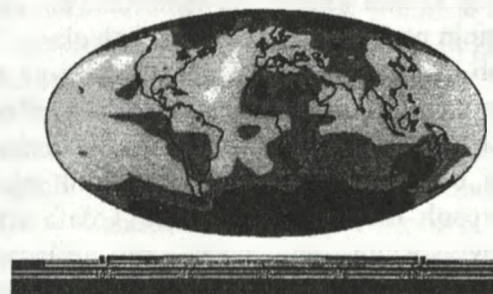
sənaye cəhətdən güclü inkişaf etmiş 38 ölkəsi atmosfərə karbon qazı atılmalarını əhəmiyyətli dərəcədə azaldaraq, 2012-ci ilə qədər onların miqdarını 1990-cı ildə olduğundan da 5% az səviyyəyə çatdırmalıdılar. Bunun üçün Avropa İttifaqı ölkələri karbon qazı da daxil olmaqla istixana qazlarının atılmalarını 8%, ABŞ 7%, Yaponiya isə 6% azaldacaqdır. Protokol istixana qazları atılmaları üçün kvotalar nəzərdə tutur. Bunun mənası odur ki, protokolu imzalamış 38 inkişaf etmiş ölkənin hər biri atmosfərə yalnız müəyyən miqdara qədər istixana qazı atacağını öhdəsinə götürür. Kvota həddini keçməyə məcbur olan ölkələr və ya şirkətlər atılmaları kvotada göstərildiyindən az olan ölkələrdən və yaxud şirkətlərdən atmosfərə öz əlavə atılmaları üçün ödənişlər əsasında razılıq əldə edə bilirlər.

Onu da qeyd etmək lazımdır ki, inkişaf etməkdə olan ölkələrin bir hissəsi inkişaf etmiş ölkələrin ekoloji sahədə olan beynəlxalq təşəbbüslərini ehtiyatla izləyirlər. Onlar belə hesab edirlər ki, ekoloji nəzarətin güclənməsi inkişaf etmiş ölkələrin xeyirindədir, çünki bu, iqtisadiyyatı zəif olan ölkələrin inkişafını ləngidəcəkdir. Bu səbəbdən atmosferi istixana qazları ilə güclü çirkləndirən Çin və Hindistan kimi iri ölkələr Kioto görüşündə iştirak etsələr də, orada qəbul olunan sazişi hələlik imzalamamışlar.

2000-ci ilin noyabrında Hollandiyanın Haaqa şəhərində BMT və Dünya Səhiyyə Təşkilatı tərəfindən təşkil olunmuş iqlim üzrə konfransda istixana effekti probleminə baxıldı. Burada A. Karnauxovun (Rusiya Elmlər Akademiyasının Hüceyrənin Biofizikası İnstitutu) etdiyi məruzədə göstərilmişdi ki, karbon qazının atmosferdə olan miqdarı artmaqda davam edərsə, temperaturun yuxarı qalxması nəticəsində 100 ildən sonra hökmən global fəlakət baş verəcəkdir.

Ayrı-ayrı elmi məktəblər tərəfindən və müxtəlif zamanlarda edilmiş proqnozlar bir-birindən əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənir. Məsələn, akademik M.İ. Butikov və eləcə də bəzi amerikalı tədqiqatçılar 1980-ci illərdə belə güman

edirdilər ki, XXI əsrin birinci rübünün axırına qədər Yer atmosferinin illik orta temperaturu $1,5^{\circ}\text{C}$, Arktikada havanın maksimal yay və qış temperaturları isə $10-15^{\circ}\text{C}$ artacaqdır (şək. 9.3). Bu, iqlimin kəskin sürətdə dəyişməsinə səbəb olardı. Həmin halda əbədi donuşluq zonasının cənub sərhədləri xeyli şimala tərəf çəkilər, Arktikadakı buzların çox hissəsi əriyər, Qrenlandiyanın buz örtüyü ildə $0,5-0,7$ m azalar. İntensiv şəkildə Antarktidadakı şelf buzlaqları dağılmağa başlayardı. Mülayim qurşaqlarda global istiləşmənin iqlimə birbaşa təsiri bundan nisbətən az hiss olunardı, lakin ətraf mühitdə regional səviyyədə müxtəlif dəyişikliklərə səbəb ola bilər.



Şək. 9.3. 1960-cı ildən 2060-cı ilədək olan 100 il ərzində Yer kürəsinin müxtəlif bölgələrində ola biləcək orta illik temperatur artımı

Global istiləşmə uzun müddət davam edərsə, o, Yerin iqliminə güclü təsir göstərər. İstiləşmənin nəticəsi kimi tropik bölgələrdə havada su buxarının miqdarı artar ki, bu da yağıntıların çoxalmasına səbəb olar. İstixana qazlarından olan su buxarının atmosferdə miqdarının artması istiləşməni daha da şiddətləndirir. Nisbətən quraqlıqla fərqlənən bölgələrdə yağışların miqdarı kəskin sürətdə azalar, burada güclü səhrələşmə prosesi gedər. Temperaturun qalxması nəticəsində dünyanın müxtəlif bölgələrində yerləşən dağlardakı, (Qrenlandiya və Antarktikada) buzlaqlar əriyər, bunlardan ayrıl-

lan su isə son nəticə etibarən axıb dəniz və okeanlara tökülüb onların səviyyəsinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Məsələn, kontinental buzlaqların tam əriməsi və suyun istidən genişlənməsi nəticəsində Dünya okeanının səviyyəsi indikinə nisbətən 70-80 sm yuxarı qalxar, hazırda yüz milyonlarla insanın məskunlaşdığı sahilyanı yaşayış yerlərini su basar. Çayların deltaları və aşağı axarları ətrafında yerləşmiş münbit torpaqların su altında qalması nəticəsində kənd təsərrüfatı məhsullarının istehsalı kəskin surətdə aşağı düşər və bütün dünyada ciddi ərzaq qıtlığı başlayar. Siklonların və antisiklonların illik hərəkət trayektoriyaları dəyişər, bu da iqlimin daha da kəskin şəkildə dəyişməsinə, bir çox bitki və heyvan növlərinin nəslinin kəsilməsinə səbəb olar.

Belə hesab olunur ki, 2050-ci il üçün təbii və antropogen təsirlərdən Yer səthinin orta illik temperaturu təqribən 2°C arta bilər. Belə olarsa, Avrasiyada tundranın və meşə-tundranın ümumi sahəsi 6 dəfə, iynəyarpaqlı meşələrin sahəsi 3 dəfə azalar, enliyarpaqlı meşələrin sahəsi isə 4 dəfə artar. Dünya okeanının səviyyəsinin nə qədər arta biləcəyi barədə proqnozlar fərqlidir. Norveçin baş naziri Q.H. Bruntlandın başçılıq etdiyi Ətraf Mühit və İnkişaf Üzrə Beynəlxalq Komissiyanın apardığı iş araşdırmaların nəticələrinə görə, XXI əsrin axırına qədər okeanın səviyyəsi 140 sm, akademik A.Y. Kondratyevin fikrincə, 30 sm, akademik V.M. Kotlyakovun fikrincə isə 7 sm qalxa bilər.

Dünya okeanının səviyyəsinin nisbətən belə az olsa da qalxması sahilyanı düzənlik zonalarda yerləşmiş ölkələr üçün çox ciddi problemlər yaradar. Okean səviyyəsinin qalxması Banqladeş, Misir, Qambiya, İndoneziya, Maldiv Respublikası, Mozambik, Pakistan, Seneqal, Surinam, Tailand və s. kimi sahilyanı ölkələrə xüsusilə güclü təsir göstərir. Belə ki, səviyyənin 1 m artması Maldiv adalarının sahəsinin 80%-nin su altında qalmasına, Banqladeşdə düynünün istehsal edildiyi əsas bölgələri su basmasına və ölkə əhalisinin 10%-nin köçməyə

məcbur olmasına, səviyyənin cəmi 50 sm artması Misirdə əhalinin 16%-nin yaşadığı Nil çayı deltası ətrafındakı torpaqların çox hissəsinin su altında qalmasına səbəb olar. Səviyyənin qalxması Avropa ölkələrində, xüsusən Hollandiya və bir sıra başqa ölkələr üçün fəlakətli olar, Nyu-Yorkda isə şəhərin çox hissəsini, üç aeroportunu və bütün yeraltı nəqliyyat infrastrukturunu su basar.

İqlim Dəyişmələri üzrə Beynəlxalq Komissiyanın hesablamalarına görə, əgər istilik effekti yaradan qazların havaya atılmasını azaltmaq üçün radikal tədbirlər görülməzsə, atmosferdə karbon qazının miqdarının iki dəfə artması nəticəsində XXI əsrin sonunda global istiləşmə $2,5^{\circ}\text{C}$ və bəlkə də $5,8^{\circ}\text{C}$ olacaqdır. Bu rəqəm arxasında regional və hətta global xarakterli real coğrafi dəyişikliklər durur.

Global istiləşmə kənd təsərrüfatı ilə məşğul olan və buna görə də iqlim şəraitinə həssas bir çox ölkələrin rayonlarına xüsusilə güclü mənfi təsir edəcəkdir. Mərkəzi Asiyada, Avstraliyada, Cənubi Avropada, Mərkəzi və Cənubi Amerikada kənd təsərrüfatı istehsalı kəskin surətdə aşağı düşəcəkdir. XXI əsrin sonunda artan istiləşmə nəticəsində kontinental və dağ buzlaqlarının əriməsi, okeanda suyun istidən genişləndirilməsi nəticəsində dəniz səviyyəsinin 1,5 m artması baş verə bilər ki, bu da adaların və çay deltalarının çoxsaylı əhalisi üçün fəlakət yaradar. Meşə yanğınlarının, şirin sudan istifadənin pozulması hallarının, suyun və hava çirklənməsinin görünməmiş dərəcədə artması nəinki insan sağlamlığına, hətta bir çox hallarda onunvarlığına təsir göstərərək labüd olaraq kütləvi miqrasiyalara gətirib çıxarar.

Xoşbəxtlikdən tədricən məlum olur ki, bir çox həyəcanlı proqnozlar özünü tam doğrultmur, son yüz ildə Yer səthinin orta illik temperaturu cəmi $0,6^{\circ}\text{C}$, Dünya okeanının səviyyəsi isə buzlaqların əriməsi və okean sularının istidən genişlənməsi nəticəsində 15-17 sm yuxarı qalxmışdır. Əlbəttə, bu məsələyə dair başqa nöqteyi-nəzərlər də vardır. Bir sıra alimlər hesab

edirlər ki, orta illik temperaturun qalxması davam edərsə, 2025-ci il üçün o, indikindən təxminən 1°C yuxarı olar, bu da okean səviyyəsinin daha 15 sm artmasına səbəb olar.

Ümumilikdə son illər alimlər 1960-1970-ci illərdə söylənmiş olan maksimalist fikirlərdən getdikcə əl çəkirlər. Belə hesab olunur ki, qlobal istiləşmə və okean səviyyəsinin artması təhlükəsi, həmçinin istixana effektinin həcmələri xeyli dərəcədə şişirdilmiş idi. Əksinə, fotosintezin intensivləşməsi hesabına kənd təsərrüfatı bitkilərinin məhsuldarlığının artması ib əlaqədar müsbət nəticələrin də olacağı gözlənilir.

Antarktidanın və Qrenlandiyanın materik buzlarının əriyəcəyi fərziyyəsinin də yanlış olduğu güman edilir, çünki Antarktidanın buz örtüyü 35 milyon il əvvəl əmələ gəlmiş və o vaxtdan Yer kürəsində indikindən də güclü bir çox istiləşmələr zamanı da salamat qalmışdır. Belə güman edilir ki, qlobal istiləşmə Antarktidanın və Qrenlandiyanın buz örtüklərinin bir qədər kiçilməsinə gətirib çıxaracaqdır. Okean səviyyəsi isə 50 sm-ə qədər arta bilər ki, bu da bəşəriyyət üçün xüsusilə böyük təhlükə yaratmayacaqdır. Belə bir fikir də vardır ki, qlobal istiləşmənin səbəblərini əsasən insan tərəfindən atmosfərə atılan istixana qazlarının miqdarının artması ilə əlaqələndirmək düzgün deyildir.

X FƏSİL. LİMİTLƏŞDİRİCİ AMİLLƏRİN DƏYİŞMƏ SƏBƏBLƏRİ VƏ ONLARIN EKOLÖJİ NƏTİCƏLƏRİ

10.1. Temperaturun yüksəlməsi qlobal istiləşmənin təsirinin nəticəsi kimi

İqlimin dəyişməsi nəinki təbii, hətta sosial-iqtisadi proseslərə də böyük təsir göstərir. İqlimin dəyişməsi üzrə dövlətlərarası komitə XXI əsrdə temperaturun qlobal yüksəlməsi nəticəsində əhalinin həyat tərzinin, iqtisadiyyatın və energetikanın dəyişməsi üzrə altı alternativ ssenarini təhlil etmişdir.

Bu tədqiqatlar zamanı təbii və sosial-iqtisadi sistemin həssaslığı, uyğunlaşması və zəifləməsi (dağılması) əlaqələndirmə məsələlərinə əsas diqqət ayrılmışdır. Həssaslıq – sistemin iqlim şəraitinin dəyişməsinə reaksiya göstərmək (cavab vermək) qabiliyyətidir. Uyğunlaşma – başlanacaq iqlim dəyişməsinə iş rejiminin dəyişməsi ilə əlaqəli olan sistemə verilmiş imkanlardan, sistemdə gedən proseslərin sürətinin, istiqamətin dəyişməsi və baş verə bilən strukturlaşma imkanlarından asılıdır. Zəifləmə, dağılma sistemə dəyən hər hansı bir ziyanın dərəcəsini müəyyənləşdirir.

İqlim göstəricilərinin – orta illik temperaturun və rütubətliyin qlobal dəyişməsi nəticəsində qurunun landşaftında müvafiq dəyişikliklər baş verəcək, denudasiya və aşınma prosesləri artacaq və ya azalacaq. Dünya okeanının landşaftın şəklini dəyişəcək, şelflər genişlənəcək, yaxud daralacaq, kənd təsərrüfatında çox mühüm dəyişikliklər olacaqdır.

Qurunun landşaftlarının dəyişməsi. Orta en dairələrində temperaturun yaxın 100 illikdə 1-3,5°C qalxması ekvivalent surətdə bitki örtüyünün dəyişməsi ilə nəticələnəcəkdir.

Flora və fauna inkişaf edib uyğunlaşdığı iqlimdən yeni bir iqlim rejiminə qədəm qoyacaqdır. İqlimin dəyişmə sürətindən asılı olaraq bəzi bitki növləri isə sıradan çıxa bilər. Bunun nəticəsində növlərin yeni kombinasiyaları formalaşmağa

başlayacaq və yeni ekosistemlər yaranacaqdır. Mülayim qurşağın meşələrində karbon qazının çoxalması ilə əlaqədar bəzi ağac cinsləri də sıradan çıxacaqdır.

Ekosistemin sahəyə yeni iqlim şəraitinə uyğunlaşması prosesi daim maneəçilik törədən insan tərəfindən fəaliyyəti nəticəsində daha da mürəkkəbləşəcəkdir.

Ən çox dəyişiklik arktik və subarktik qurşaqlarda baş verəcəkdir: kriosferin komponentləri – okean buzlaqları, dağ və dəniz buzlaqları, daimi və mövsümü donuşluqların sahəsi və dərinliyi, mövsümi qar örtüyünün sahəsi və baş verdiyi müddəti dəyişəcəkdir.

Landşaftlar dəyişkənliyə (transformasiyaya) uğrayaraq qütbə doğru hərəkət edəcəklər. Landşaftların bəzi elementləri (tundra və meşə-tundra) iqlimin istiləşməsi zamanı birdəfəlik yəni tamam itə bilirlər.

Səhrlər temperaturun yüksəlməsi ilə əlaqədar daha da aridləşməyə doğru gedəcəklər.

Dəniz sahili sistemləri müxtəlif olduğu üçün temperaturun yüksəlməsinə və okean səviyyəsinin qalxmasına müxtəlif cür reaksiya göstərəcəklər.

Qeyd etmək lazımdır ki, sahilyanı zonada bəşəriyyətin yarıdan çox hissəsi yaşayır. Odur ki, iqlim dəyişməsi ilə baş verən təzadlar, nəticələr bu zonada insanlar üçün faciəli problemlərlə qarşılaşa bilər. Dəniz və okeanların səviyyəsinin sonrakı qalxması hündür olmayan ərazilərdə su basmasına, orada olan qurğuların, yaşayış məntəqələrinin dağılmasına və bir sıra başqa təzadlı nəticələrin baş verməsinə gətirən çıxaraçaqdır. Bu zaman ən çox aşağı səviyyədə yerləşən iri şəhərləri su basacaq, burada yaşayan əhəlinin miqrasiyasına və onunla əlaqədar ciddi iqtisadi və hətta baş verə biləcək siyasi nəticələrə gətirib çıxaracaqdır.

Hazırda 46 milyon adam dəniz fırtınalarının basması qorxusu altındadır. Okean səviyyəsi 1 m qalxarsa, bu rəqəm 118 milyona çata bilər.

Buzların (buzlaqların) əriməsi. Buzların əriməsi global istiləşmənin nəticələrinin ən çox nəzərə çarpan təzahürüdür. Bəzən bu, qeyri-adi hadisələrlə üzləşir. Belə ki, 1991-ci ilin sonunda cənub-qərbi Alpa səyahət edən turistlər Avstriya-İtaliya sərhəddi rayonunda buzun altında zədələnməyə məruz qalmış kişi cəsədi aşkar etmişlər. Ehtimal ki, bu insanı 5000 il əvvəl bu ərazidə qar tufanı yaxalamış, onun bədəni tez bir vaxtda qar və buzla örtülmüş, ona görə də bizim dövrümüzdə qədər dəyişilməz qalmışdır. 1999-cu ildə Kanadanın qərb hissəsində əriyən Yukone buzlağında bir insan cəsədinə rast gəlinmişdir.

Şimal Buzlu Okeanında hazırda buzlar sürətlə əriyir. Əgər 1960-cı ildə buzun qalınlığı 2 metrə çatırdı, indi isə 1 metrə yaxındır. Son dörd onillikdə buz örtüyünün qalınlığı 42%, onun sahəsi isə 6% azalmışdır. Bunun nəticəsində Şimal Buzlu Okeanında buzun kütləsinin bütövlükdə təxminən yarısı qalmışdır. Buzların belə əriməsi gələcəkdə də gözlənilir. Norveç alimlərinin apardığı tədqiqatlara əsasən güman etmək olar ki, 50 ildən sonra Şimal Buzlu Okeanının səthi boyu yay dövründə buzdan azad olacaqdır.

2000-ci ildə dörd Amerika alimi "Sayens" jurnalında nəşr etdikləri məqalədə göstərirlər ki, Qrenlandiyada geniş buz qayası (sipəri) əriməyə başlayır. Qrenlandiyada qütb dairəsinin arxasında yerləşən böyük ərazidə şimal yüksəkliklərdə buz artmaqda davam edir, lakin ondan aşağıda yerləşən buzlağın daha böyük hissəsi, xüsusilə cənub və şərq sahillərində tədricən itir.

Antarktida yarımadası da buzların itirir. Şimal Buzlu Okeanını örtən şimal qütbündən fərqli olaraq cənub qütbü materikdə yerləşir və sahəsi ABŞ-ın sahəsinə yaxındır. Antarktidanın buz qayasının qalınlığı 2,3 km olub nisbətən sabitdir (möhkəmdir). Lakin şelf buzlaqları, sərbəst olaraq yanındakı dənizə düşərək, hazırda sürətlə yoxa çıxır.

1999-cu ildə Britaniya və Amerika alimlərindən bir qrupu Antarktida yarımadasının hər tərəfindən şelf buzlaqlarının geri çəkilməsi haqqında məlumat vermişlər. 1950-ci ildən 1977-ci ilə kimi buzlaqların sahəsi 7000 kv. km azalmışdır. Şelfdən ayrılıb qopan Amerikanın Delaver ştatı ölçüsündə olan aysberqlər bu rayonda gəmiçilik üçün böyük təhlükə yaradır. Tədqiqatçılar buzların əriməsi səbəbini yerli temperaturun 1940-cı ilə nisbətən 2,5°C yüksəlməsində görürlər.

“Worldwatch” İnstitutundan Layza Mastni məlumat verir ki, dağlarda buzlaqlar hər yerdə getdikcə artan sürətlə əriyir (cədv. 10.1). Dünyanın iri dağ sistemlərinin əksəriyyətində qarın və buzların kütləsi getdikcə azalır. Bunlardan Qayalı dağları, And, Alp və Himalayı göstərmək olar.

Yer kürəsində buzlaqların ərimə sürətləri

Cədvəl 10.1

Adı	Yerləşdiyi məkan	İtkinin ölçüsü
Şimali Buzlu Okeanı buzu	Şimali Buzlu Okeanı	1978-ci ilə nisbətən sahəsi 6% azalmış, həm də daha qalın daimi buzun sahəsi 14% azalmışdır. 30 il ərzində buz 40% nazikləşmişdir
Qrenlandiyanın buz qayası (layı)	Qrenlandiya	1993-cü ildən etibarən cənub və şərq sahillərində buzun qalınlığı ildə 1 m-dən çox nazikləşir.
“Qleyşer” Milli parkı	ABŞ-ın Qayalı dağları	1850-ci ildə buzlaqların sayı 150 idi, hazırda isə 50-dən azdır. Qalan buzlaqlar isə 30 ilə kimi yox ola bilər.
Larsen şelf buzlağı	Antarktida	1998-ci ildə ümumi sahəsi 300 kv. km olan aysberq qopmuşdur. 1998-1999-cu illər ərzində 1714, 1999-2000-ci ildə isə 300 kv. km buz itirilmişdir.
Dokriani-Bamak buzlağı	Himalay, Hindistan	Buzlaq 1998-ci ildə 20 m, əvvəlki beş ildə isə 16,5 m geri çəkilmişdir.
Tyan-Şan dağları	Mərkəzi Asiya	Son 40 ildə buzlaqların 22 %-i azalmışdır.

Qafqaz dağları	Rusiya Federasiyası hissəsi	XX əsrdə buzlaqların həcmi 50% azalmışdır.
Alp dağları	Qərbi Avropa	1850-ci ilə nisbətən buzlaqlar 50 %-dən çox azalmışdır. Yaxın onilliklərdə onların hazırkı kütləsinin kiçik hissəsi qalacaq.
Kilimancaro	Tanzaniya	Buzlağın təpə hissəsi 1989-cu ildən 2000-ci ilə qədər 33 % azalmışdır. 2015-2020-ci illərdə buzlaq tamamilə yoxa çıxa bilər.
Kvelrqaya	And, Peru	İlk vaxtlar ildə 3 m, 90-cı illərdə isə ildə 30 m sürətlə geri çəkilmişdir. Odur ki, buzlaq 2020-ci ilə tamamilə itəcəkdir.

Montana ştatında yerləşən ABŞ-ın “Qleyşer” Milli parkında 1850-ci ildə 150 buzlaq olmuşdur, indi isə sayı 50-dən azdır və ABŞ-ın Milli geoloji xidmətinin proqnozuna görə orada qalan buzlaqlar da yaxın 30 ildə yoxa çıxacaqdır.

Tədqiqatçıların əldə etdiyi nəticəyə görə, dağ rayonlarında temperaturun orta hesabla 1-2°C qalxması orada yağıntıların miqdarına mənfi təsir göstərə bilər: yağışların miqdarı artar, qarın isə azalacaqdır. Bu isə yağışlar dövründə daşqınların baş verməsinə, qar və ya buzun kütləsinin azalmasına, quraqlıq dövründə çayları qidalandıran əriyən qarın az olmasına səbəb olacaqdır.

Dağlarda qar içməli su “rezervuarı” olub yayda istifadə etmək üçün təbiətin yaratdığı entiyatdır. Onlar qədim zamanlardan mövcud olub yerli əhalini su ilə təmin edir. İndi isə yaxın illərdə bu ehtiyat gözlənilmədən azalmağa başladı və tezliklə onun bir hissəsi yox ola bilər, bu isə tarlaların suvarılması və şəhərlərin su ilə təmin olunması üçün tələb olunan suyun miqdarının kəskin azalmasına səbəb olacaqdır.

Dünyada Antarktida və Qrenlandiya buzlaqlıqdan sonra böyüklüyünə görə üçüncü olan Himalaydakı massiv şəkildə

qar-buz örtüyü əritməkdə davam edir, bu isə Asiyanın böyük hissəsinin su ilə təmin olunmasına təsir göstərir. Çünki bu regionun ən iri çayları olan İnd, Qanq, Mekonq, Yantzi və Xuanxe mənbələrini Himalaydan götürür. Himalayda buzlaqların yox olması bir sıra Asiya ölkələrinin – Pakistan, Hindistan, Banqladeş, Tailand, Vyetnam və Çin olmaqla hidroloji vəziyyətinə mənfi təsir göstərir. Yayda quraq dövründə qar ərintisinin azalması çayların qidalanmasını məhdudlaşdırır və onsuz da suyun olmamasından əziyyət çəkən bu regionun su qıtlığını mövcud vəziyyətini çıxardacaq və göstərilən ölkələrdə bir qədər də ağırlaşdıracaq.

Dünya okeanında dəyişikliklər. Dəniz səviyyəsi global istiləşmənin həssas indikatorudur, belə ki, temperaturun yüksəlməsi və quruda yerləşən buzlaqların əriməsi ona neqativ təsir göstərir. Bu proseslərin dənizin səviyyəsinə təsiri təxminən eynidir.

XX əsrdə dənizin (okeanın) səviyyəsi 10-20 sm qalxmışdır. Bu son 2000 ildəkinə nisbətən 50% çoxdur. Yer səthində temperatur artmaqda davam edərsə, bu prosesin sonrakı sürətlənməsi gözlənilir.

Dəniz səviyyəsinin dəyişməsi ilk öncə hidrometeoroloji faktorlardan asılıdır, belə ki, bu atmosfer yağıntılarına və buxarlanmaya birbaşa təsir göstərir. Bu proses, həmçinin, buzlaqların əriməsi zamanı əmələ gələn əlavə su axımından və kontinental ərazidən axan sulardan asılıdır. Hidrometeoroloji proseslər (çayların mənsəblərində, estuarilərdə, limanlarda və körfəzlərdə gətirilmələrin toplanması və sahillərin eroziyası) mühüm təsirə malikdir. Son yüz ilin müşahidələrinə əsasən okeanın səviyyəsi 25 sm qalxmışdır. Hidrometeoroloji rol aparıcı olmaqla bu proseslərin üç faktorun nəticəsidir. İqlimin dəyişməsi üzrə Dövlətlərarası Komissiyanın 2001-ci ildəki məlumatlarına əsasən, XXI əsr ərzində dənizin səviyyəsi 1 m qalxacaqdır.

Dənizin (okeanın) səviyyəsinin qalxması bir sıra neqativ nəticələrə gətirib çıxaracaqdır. Onlardan ən çox bəlli olanı daşqınlar sayılır, belə ki, okean kontinentin hesabına genişlənir. Digər nəticə - duzlu suyun sahili basmasıdır. Dənizin səviyyəsi qalxdıqca duzlu su sahilyanı şirinsulu horizontlara keçir. Bu haldan İsrail, Pakistan, Hindistan və Çin ziyan çəkə bilər. Üçüncü neqativ hal sahil eroziyasıdır, dalgalar quruya doğru basılarkən, onlar sahilin torpaqlarını yuyur. Dənizin səviyyəsi 1 mm qalxarsa, sahil xətti quruya doğru orta hesabla 1,5 m geri çəkilir. Deməli, dənizin səviyyəsi 1 m qalxdıqda sahil xətti 1500 m geri çəkiləcəkdir.

Qeyd etmək lazımdır ki, sahilyanı zonada bəşəriyyətin yarından çox hissəsi yaşayır. Odur ki, iqlimin dəyişməsilə baş verən təzadlar, nəticələr bu zonada insanlar üçün faciəli problemlərə çevrilə bilər. Dəniz və okeanların səviyyəsinin sonrakı qalxması suyun hündür olmayan əraziləri basması, orada olan qurğuların, yaşayış məntəqələrinin dağılması və bir sıra başqa təzadlı nəticələr baş verəcəkdir. Bu zaman ən çox aşağı səviyyədə yerləşən adaları və alçaq sahillərdə yerləşən iri şəhərləri su basacaq, burada yaşayan əhəlinin miqrasiyasına və onunla əlaqədar ciddi iqtisadi və siyasi nəticələrə gətirib çıxaracaqdır.

Planetimizdə buzların 90%-i Antarktika buz laylarının payına düşür və qeyd edildiyi kimi öz böyük ölçüsü sayəsində nisbətən sabitdir. Qalan 10%-i Qrenlandiya və dağ buzlaqları olub iqlimin dəyişməsinə qarşı daha zəifdir (davamsızdır). Qrenlandiyada buzun qalınlığı bəzi yerdə 2 km-ə çatır. Qrenlandiya buz örtüyü tam əriyərsə, dünya okeanının səviyyəsi sarsıdıcı hündürlüyə - 7 m qalxacaqdır.

Dağıdıcı tufanlar və qasırğalar. Temperatur artımı ilə tufanların gücü birbaşa bir-birilə bağlıdır. Okean səthinin temperaturu, xüsusilə tropik və subtropiklərdə artdıqca istilik şüalanması atmosfərə daxil olaraq dağıdıcı fırtınaların baş verməsinə səbəb olur. Nisbətən yüksək temperaturlarda su

səthindən daha çox rütubət buxarlanır. Yuxarı qalxan su yenidən Yerə qayıtmalıdır, lakin onun harada tökülməsi məlum deyil.

Qasırğa və ya tayfun qurşaqları ölkələrində hava kataklizmi, xüsusi təşviş doğurur. Çin, Yaponiya, Filippin, Hindistan, Banqladeş, həmçinin ABŞ-ın Atlantik okeanı sahilləri, Mərkəzi Amerika və Qərb hövzəsi ölkələri fırtına intensivliyinin artmasından əziyyət və böyük çətinliklərlə üzləşirlər.

Son illər bir sıra qeyri-adi dağıdıcı gücə malik olan tropik fırtınalar baş vermişdir. Onların arasında "Endryu" qasırğası 1992-ci ildə Floridada tüğyan etmişdir. "Endryu" qasırğası 60000 evi və digər tikintiləri dağıtmış, təxminən 30 milyard dollar məbləğində ziyan vurmuşdur.

İqlimin istiləşməsinin kənd təsərrüfatına və bitki örtüyünə təsiri. İqlimin dəyişməsi aqroekosistemlərə ciddi təsir göstərəcəkdir. Bu kənd təsərrüfatının yeni şəraitə uyğunlaşdırılması üzrə təcili tədbirlərin görülməsini tələb edir.

İqlim şəraitinin aqrosistemlərə təsiri olduqca mürəkkəb və müxtəlif olacaqdır. Nisbətən soyuq və rütubətli iqlimə malik olan əkinçilik istiliklə limitlənən rayonlarda (Kanada, Rusiya) aqroiqlim şəraitinin kənd təsərrüfatı və meyvə bitkilərinin yetişdirilməsi üçün yumşalması baş verəcək, vegetasiya dövrünün uzanması və kifayət qədər rütubətlə təmin olunmuş şəraitdə aktiv temperatur cəminin artması ilə əlaqədar məhsuldarlıq da xeyli yüksək və sabit olacaqdır. Aqroiqlim şəraitinin belə dəyişməsi əkinçiliyin intensiv ekologiyasını şimala doğru xeyli irəli çəkməyə, kənd təsərrüfatı bitkilərinin daha istisəvər və məhsuldar çeşidləri ilə əvəz edilməsinə imkan yaradacaqdır.

Yuxarıda göstərilən müsbət dəyişmələrlə yanaşı, Rusiyanın qeyri-sabit rütubət rejiminə malik mərkəzi və cənub rayonlarında istiləşmə nəticəsində iqlim şəraitində mənfəi dəyişmələr də baş verəcəkdir. Yağıntıların miqdarının

azalması, səpinlərin rütubətlə az təmin olunmasına, quraqlıqların, quru küləklərin tez-tez təkrar baş verməsinə səbəb olacaq, şirin suyun ümumi balansı pisləşəcəkdir.

Bütün bunlar kənd təsərrüfatı istehsalının məhsuldarlığına və bununla yanaşı, iqtisadiyyatın digər sahələrinə mənfəi təsir göstərəcəkdir.

Tropik və subtropik zonaların meşələri ehtimal ki, temperaturun dəyişməsindən yağıntıların dəyişməsinə daha çox həssaslıq göstərəcəkdir. Havanın yüksək temperaturu torpağın üzü maddələrinin təbii parçalanmasını gücləndirməklə, torpağın münbitliyi aşağı düşəcək, ziyanvericilər və xəstəliklərin baş vermə ehtimalı artacaqdır.

10.1.1. İqlimin global antropogen dəyişikliyə məruz qalması. Problemin mahiyyəti

Son illərdə müasir dövrün ən mühüm və aktual problemlərindən biri ciddi sosial-iqtisadi və siyasi təzadlar doğuran iqlim dəyişikliyidir.

Hələ XIX yüzilliyin sonu XX yüzilliyin əvvəlində yaşamış isveç alimi S. Arrenius belə bir ehtimal söyləmişdir ki, kömürün və digər karbohidrogen yanacağın yandırılması atmosferdə karbon qazlarının yığılmasına gətirib çıxaracaq. Bu "istixana effekti" gücləndirəcək və atmosferin aşağı təbəqəsinin temperaturunun yüksəlməsini şərtləndirəcəkdir.

Qlobal istiləşmə bu gün karbondioksid qazının, metanın, başqa istixana qazlarının və digər üçatomlu qazların atmosfərə atılmasının təsiri altında Yer səthinin temperaturunun yüksəlməsini təsvir etmək üçün istifadə olunan populyar termindir. İstixana qazları Günəşin şüalandırdığı enerjinin müəyyən hissəsinin yenidən kosmosa əks olunmasına imkan verir. Onlara dörd ən önəmli istixana qazları karbonoksid (CO₂), metan (CH₄), xlorflüorkarbonlar, azot oksidi (NO) aid edilə bilər, onlar qısa dalğalı Günəş radiasiyası üçün şəffafdırlar, lakin gedən uzun dalğalı radiasiyanı bu qazlar udur

və udulmuş enerjini bütün istiqamətlərə yenidən şüalandırırlar. Bu qazların ümumi konsentrasiyasının tədricən artması nəticəsi Yer səthinin və aşağı atmosferin qızması effektinə gətirir. Beynəlxalq geologiya və energetika təşkilatlarının məlumatlarına görə filiz şəklində energetika resurslarının yandırılması və karbon oksidi udan meşələrin böyük sahələrinin qırılması ilə bağlı olaraq istixana qazlarına konsentrasiyası hazırda çox artaraq, hazırda 354 ppm təşkil edir və bu yüksəlmənin yarından çoxu 1950-ci ildən sonrakı dövrün payına düşür. Yəni 30-40 il qlobal dəyişikliyinə antropogen mərhələ kimi xarakterizə olunur.

Son 100 il ərzində Yerın radiasiya balansının dəyişməsi nəticəsində havanın temperaturu orta hesabla 0,5-0,6°C artmış və dünya okeanının səviyyəsi 20 sm qalxmışdır. Bununla bağlı dünyanın bir çox bölgələrində səhralaşma prosesləri güclənir, təbii hidroloji dövrün pozulması nəticəsində dağıdıcı kor-təbii təbiət təzahürləri çoxalmışdır. Öz növbəsində bu proseslər təbiət ekosisteminə və həyatın sosial-iqtisadi sferalarına da təsir göstərir. 80-cı illər ərzində qlobal iqlim dəyişikliyinə mümkünliyünü təsdiqləyən elmi faktlar cəmiyyətdə narahatçılığın artmasına gətirib çıxarmışdır. Hökumət səviyyəsində təşkil olunan bir sıra konfranslar iqlim dəyişikliyi probleminə dair təcili qaydada qlobal saziş bağlanmasına çağırılmışlar. BMT Baş Məclisinin cavabı iqlim dəyişikliyi haqqında çərçivə konvensiyalar üzrə danışıqlar aparılması üçün 1990-cı ildə hökumətlərarası komitə təsis edildi. Komitə Çərçivə Konvensiyası layihəsini işləyib hazırladı və 9 may 1992-ci ilin iyununda Rio de Janeyroda Ümumdünya zirvə görüşündə imzalanmaq üçün hazır idi. Görüş zamanı konvensiya 21 mart 1994-cü ildə qüvvəyə mindi. 1998-ci ilin ortalarına yaxın 175 dövlət konvensiyanı ratifikasiya etmiş və ya qüvvəyə mindirmiş, bununla da özünü konvensiyanın şərtlərinə bağlamışdır. Konvensiyada məqsəd istixana qazlarının konsentrasiyasının atmosferdə iqlim sistemə

təhlükəli antropogen təsirə yol verməyən səviyyədə sabitləşməsinə ekosistemin iqlim dəyişikliyinə təbii adaptasiyası üçün kifayət qədər müddətdə nail olunmasından ibarətdir. Bu halda əhalinin ərzaqla təmin olunmasına və dövlətlərin davamlı əsasda iqtisadi inkişafını təhlükə altına almamağa imkan verər. Konvensiyanın ali orqanı olan Tərəflər Konfransın III sessiyasında Kioto Protokolunu qəbul etmək qərara aldı. Bu sənəd Tərəflərin 2008-2012-ci illərdə özlərinin istixana qazlarının məcmu tullantısını 1990-cı il səviyyəsi ilə müqayisədə 5% azaltmağa məcbur edir.

Azərbaycan Respublikası Konvensiyanı 1995-ci ildə ratifikasiya etmiş və ölkə prezidentinin sərəncamına əsasən iqlim dəyişikliyinə yol verilməsi ölkənin inkişaf tərəddüdlərin yerinə yetirilməsi üçün Dövlət Komissiyası yaradılmışdır. Konvensiya ilə bağlı məsələlərin əlaqələndirilməsi Dövlət Hidrometeorologiya Komitəsinə tapşırılmışdır və komitə nəzdində iqlim dəyişikliyi üzrə Milli Mərkəz yaradılmışdır.

10.1.2. Qlobal iqlim dəyişikliyinə regional aspektləri

Qlobal iqlim istiləşməsinin fonunda onun regional dəyişikliyi baş verir. Regional ərazilərdə mümkün dəyişmələr üzə çıxarılması üçün bir sıra meteoroloji stansiyalarının yüzillik eksperimental müşahidələrin nəticələrində istifadə olunmuşdur.

Trend analizləri nəticələri göstərir ki, son 100 il ərzində Bakıda havanın temperaturu 0,8°C, Zaqatalada 0,7°C, Naxçıvanda 0,9°C, Qubada 1,8°C, Şamaxıda 1,1°C, Salyanda 0,7°C, Tbilisidə 0,8°C, Kazbekidə 0,6°C artmışdır. 1960-1999-cu illər dövründə Azərbaycanın bütün ərazisində istiləşmənin qiyməti 0,03-0,6 °C və düşən yağıntının miqdarının bu dövrdə azalması 18% təşkil etmişdir. İqlim şəraitinin mövsümlər və regionlar üzrə dəyişməsi fərqlidir və Azərbaycan ərazisində iqlim dəyişikliyinə tədqiqi aşağıdakı nəticələrə gəlməyə imkan verir:

1. Qış mövsümündə ölkə ərazisində xeyli istiləşmə baş verir və temperatur dekabr və yanvarda orta hesabla normadan 0,4-1,2°C yuxarı olub;

2. Yaz mövsümündə xeyli soyuqlaşma baş verir. Təkcə mövsümə görə deyil, həm də digər aylarla müqayisədə ən soyuq ay may ayına təsadüf edir (orta hesabla 0,9°C azalma; maksimum soyuqlaşma isə Altıağacda müşahidə edilir -3,33°C);

3. Yayda temperatur dəyişikliyi fərqlidir, iyun və iyulda temperatur düşməsi müşahidə edilir (orta hesabla 0,20-1,40°C), avqustda isə temperatur xeyli yüksəlməsi baş verir (0,60-2,19°C);

4. Payızda ölkədə həm dağlıq, həm düzənlik rayonlarda yenə də istiləşmə baş verir (0,11-2,19 °C).

10.1.3. Gələcəkdə gözlənilən dəyişikliklər

Tədqiqatlara görə əgər yaxın zamanlarda istixana qazlarının atılmasının azaldılması üzrə konkret tədbirlər görülməzsə, onda bu 100 ilin ortalarına kimi havanın qlobal temperaturu daha 2-3 °C, dünya okeanının orta səviyyəsi isə daha 50 sm qalxacaqdır. Bu isə öz növbəsində qarşısı alınmaz təsirlərə, yəni böyük ərazilərin, eləcə də bir sıra ada dövlətlərin yoxa çıxmasına, insanların ərzaq məhsulları, su ilə təminatının pisləşməsinə və müxtəlif xəstəliklərin güclənməsinə və s. gətirib çıxaracaqdır.

Müasir elm gələcək iqlim dəyişikliyi proqnozlaşdırmaq iqtidarında deyil. Gələcək iqtisadiyyatın proqnozlaşdırılması üçün hər hansı metodun olmaması üzündən hazırda iqlimin vəziyyəti gerçəyə yaxın şəkildə təsvir edən “iqlim ssenarisi”dən istifadə olunur, hal-hazırda çoxlu sayda ssenarilər mövcuddur. Beynəlxalq praktikada daha çox ümumi sirkulyasiyanın modelləşməsi əsasında qurulan ssenarilərdən istifadə olunur. Azərbaycan ərazisində gələcək iqlim

dəyişikliyi qiymətləndirmək üçün beynəlxalq tövsiyələrə əsasən milli ekspertlər beynəlxalq mərkəzlər tərəfindən verilən modelləşmələrdən istifadə edirlər. Orta illik temperaturun dəyişməsinə dair alınan nəticələrin yaxınlığına baxmayaraq bu dəyişikliyin il daxilində paylaşıdırılmasının strukturunda böyük fərqlər vardır. Azərbaycan mütəxəssisləri tərəfindən hazırlanmış milli ssenari regional xüsusiyyətləri, real iqlim xarakteristikalarının il daxilində paylaşdırılmasını, eləcə də qlobal fonu nəzərə alır. Bu ssenariyə əsasən bütün Azərbaycan ərazisində CO₂-nin konsentrasiyasının qlobal miqyasda ikiqat artdığı halda havanın temperaturunun 2°C artması gözlənilir və bununla da belə yağıntının miqdarı sabit qalacaq və ya normadan azacıq aşağı olacaqdır.

10.2. Azərbaycanda qarşıdakı iqlim dəyişikliyinə doğuracağı fəsadlar

Iqlim dəyişikliyi üzrə milli mərkəzin ekspertləri tərəfindən su ehtiyatlarının, Xəzər dənizinin sahil zonasının, kənd təsərrüfatının, Azərbaycan meşə ekosisteminin qarşıdakı iqlim dəyişikliyinə dözümlülüyünü qiymətləndirmək üçün hərtərəfli tədqiqat aparılmışdır. Bunun üçün ilk mərhələdə iqlim dəyişikliyinə bu sistemlərə təsiri qiymətləndirilmiş və müasir iqlim dəyişikliyi və su, aqroiqlimin resursları, meşə ekosistemləri arasında kənd təsərrüfatı sahələrinin məhsuldarlığı və meşə ekosistemləri arasındakı qanunauyğunluqlar, eləcə də, bu təsirlərin sosial-iqtisadi aspektləri müəyyən edilmişdir. Daha sonra optimal olaraq seçilmiş ssenarilər əsasında dözümlülüyün qiymətləndirilməsinə dair metodika işlənib hazırlanmış və nəhayət qiymətləndirmə aparılmışdır.

Su ehtiyatları. CO₂ konsentrasiyasının iki dəfə artması və havanın temperaturunun 2-4,5 °C artdığı təqdirdə Azərbaycan çaylarının su ehtiyatlarının 15-20% azalacağı gözlənilir. Hazırkı 3,8 km³ su qıtlığı halında XXI yüzilliyin ortalarına-

dək onun kəmiyyəti 9,5-11,5 km³ təşkil edəcək. Su ehtiyatlarının azalmasının fəsadı aydın təsəvvür olunur.

Xəzər dənizinin sahil zonası. Xəzərin səviyyəsinin yüksəlişində iqlim dəyişikliyi, yəni Volqa hövzəsində rütubətin artması ilə bağlıdır. Hazırkı zamanda Xəzərin Azərbaycan sahilı boyunca 48,5 min ha torpaq sahəsi su altında qalıb və 2020-2040-cı illərdə səviyyənin qalxacağı gözlənilir. Mümkün torpaq itkisi o halda 130-160 min ha təşkil edəcək. Azərbaycanın sosial-iqtisadi sahələrinə vurulan ümumi ziyan 4,1 milyard dollarla ölçüləcək.

Kənd təsərrüfatı. İqlimin istiləşdiyi təqdirdə buxarlanma kəmiyyətinin 30-35% yüksələcəyi gözlənilir ki, bu da təbii rütubətin səviyyəsinin aşağı düşməsinə və nəmlik qıtlığına gətirib çıxaracaq və bu zaman rütubətlənmə zonası 300 m dağlara istiqamətlənəcəkdir. Belə bir şəraitdə çay, su ehtiyatlarının azalması hesabına vəziyyət daha da pisləşəcəkdir. Xüsusilə də Kür-Araz ovalığında quraqlığın, quru küləklərin təkrarlanması və intensivliyi artacaqdır. Heyvanların otarılması üçün qış otlaqlarını fəlakətli vəziyyət gözləyir.

Meşə ekosistemləri. Ssenariyə əsasən iqlim dəyişikliyi Böyük və Kiçik Qafqazda meşə örtüyünün yuxarı iqlim sərhəddinin xeyli yüksələcəyini nəzərdə tutur, lakin mövcud antropogen təsirlərlə bağlı gələcəkdə onun azalmasını gözləmək lazım deyil. Çox güman ki, meşələrin yuxarı sərhəddi hazırkı səviyyədə qalacaq. Talış dağlarında yuxarı sərhəddin 50-200 m, bəzi yerlərdə 300 m azalacağı gözlənilir. Meşələrin aşağı sərhəddi 100-200 m qalxacaq. Quraqlığa davamlı ağacların qalımlığı və boniteti azalacaq, bunun nəticəsində oduncaq ehtiyatı xeyli azalacaqdır.

10.2.1. Azərbaycanda istixana qazlarının atılması

Milli Mərkəz tərəfindən iqtisadiyyatın bütün sahələri üzrə istixana qazlarının atılmasının mənbələri və həcmənin inventarlaşdırılması aparılmışdır. 1990-cı il səviyyəsində Azərbaycanda istixana qazlarının ümumi tullantısı 44,2 milyon ton təşkil etmiş və onun 98%-i CO₂-dir. Ümumi tullantının 48%-i yanacaq energetika sahəsinin, 6%-i sənayenin, 5%-i nəqliyyatın, 9%-i meşələrin və kənd təsərrüfatının, 4%-i məişətin, 31%-i iqtisadiyyatın digər sahələrinin payına düşür. Bu tullantılardan 1990-cı ildə Azərbaycan meşələri tərəfindən 3,3 milyon ton CO₂, yaxud tullantının 7%-ə yaxını udulmuşdur. Azərbaycanda əhalinin adambaşına istixana qazları tullantısı böyükdür, 6,2 ton təşkil edir. Müqayisə üçün bu kəmiyyət Portuqaliyada 4,3, Fransada 6,5, Yaponiyada 9,5 tondur. Son illərdə iqtisadiyyatda gedən proseslər nəticəsində istixana qazlarının atmosfərə atılması iki dəfə azalmışdır, lakin yanacaq energetika kompleksinin tədricən inkişafı ilə bağlı olaraq bu tullantıların həcmi artacaqdır.

10.2.2. Atmosfer qazlarının kəmiyyət və keyfiyyətə dəyişməsi və ekoloji mühitin dəyişməsində rolu

Havanın çirklənməsi və çirklənmələrdən mühafizəsi atmosferin quruluşu və dinamikliyindən çox asılıdır. Atmosfer havası bütün canlıların həyatı üçün xüsusi şərait yaratmaqla bərabər Yer kürəsini kəskin temperatur dəyişkənliyindən və kosmik fəzanın zərərli təsirlərindən qoruyur. Havanın formalaşması, təmizlənməsi, eyni zamanda çirklənən havanın yayılması prosesləri atmosferin ümumi dövrəni ilə bağlıdır.

Atmosferin kimyəvi tərkibi, bununla əlaqədar olaraq yer qabığının bioloji prosesləri və Günəş radiasiyasının ultrabənövşəyi şüaları daim dəyişməkdədir. Atmosfersiz sutkalıq temperatur 200 °C-yə daha yüksəyə çata bilərdi.

Atmosferin qaz tərkibi Yerə yaxın sahələrdə təxminən aşağıdakı kimidir: azot - 78,1%, oksigen –21,0%, arqon 0,93%, karbon oksidi 0,03%, qalan hissəsini neon, helium, kripton, hidrogen, ozon və s. təşkil edir. Kosmik tədqiqatların son məlumatlarına əsasən 250-300 km hündürlükdə atmosferin əsas komponenti ionlaşmış oksigen atomlarıdır. Daha yüksəklikdə yeni 500-600 km-də atmosferində hidrogen atomları tərkib üstünlük təşkil edir.

Son illər atmosferdə karbon qazının artması ilə əlaqədar “istixana effekti”nin getdikcə güclənməsi müşahidə edilir. Bu ondan irəli gəlir ki, karbon qazı da uzun və qısadalğalı radiasiyaya su buxarı kimi təsir göstərir. Atmosferdə karbon qazının artması əsasən antropogen amillə əlaqədar olub, insanların qazıntı yanacaqlarından (daş kömür, neft, torf, yanar şist) külli miqdarda istifadəsi nəticəsində əmələ gələn karbon qazının miqdarı 10^{10} tondan artıqdır. Bunu da qeyd edək ki, planetimizin bitkilər aləmi il ərzində fotosintez prosesində 160-175 milyard ton karbon qazından istifadə edir ki, bu da onun ümumi miqdarının cəmi 5%-nə bərabərdir. Amerika alimlərinin apardıqları tədqiqatlar göstərmişdir ki, antropogen mənşəli karbon qazı bitkilər tərəfindən demək olar ki, mənimsənilmir.

Müəyyən edilmişdir ki, son 100 ildə atmosferdə karbon qazının miqdarı təxminən 20% artaraq, ümumi atmosfer həcminin 0,025-0,036%-ni təşkil edir. Bu artımın hesabına son 100 ildə planetimizin temperaturu təxminən $0,5^{\circ}\text{C}$, yuxarı en dairələrində isə (şimal yarımkürəsində) $1,0^{\circ}\text{C}$ artmışdır.

Atmosferdə karbon qazının artması təkcə “istixana effekti”nin güclənməsi ilə məhdudlaşmır. Bu proses paralel olaraq oksigenin azalması ilə müşayiət olunur, çünki yanma prosesində külli miqdarda oksigen həcmünün 0,007% azalmasının əsas hissəsi yanma prosesinin hesabındadır.

Atmosfer havasının çirklənməsi təbii və antropogen çirklənmə mənbələrinə malikdir. Atmosfer havasının təbii

çirklənməsi əsasən vulkan püskürmələri, dağ süxurlarının aşınması, külək burulğanları, meşə yanğınları, dənizlərin fəaliyyəti və s. nəticəsində baş verir. Atmosferdə hər zaman aeroplankton hökm sürür. Bunlar bakteriyalardan, hətta xəstəlik yayan mikroorqanizmlərdən, göbələk sporlarından, müxtəlif bitki tozlarından, o cümlədən zəhərli tozcuqlardan və s. ibarətdir. Müxtəlif geoloji dövrlərdə vulkan fəaliyyətinin güclənməsi nəticəsində atmosfərə külli miqdarda vulkan külü və tozu daxil olmuşdur. Vulkan tozu Günəş radiasiyasına maneə törədir. Ona görə də vulkan tozunun atmosferdə toplanması iqlimin xeyli soyuq keçməsinə səbəb olur. Vulkanlar atmosfərə vulkan külündən başqa külli miqdarda zəhərli qazlar da buraxırlar, xüsusilə bu qazlar yaxın ərazilərdə yaşayan canlı orqanizmlərin həyat fəaliyyətinə təsir edir. Təbiəti mühafizə sahəsində tanınmış görkəmli mütəxəssis B. Qrjimek Afrika heyvanlarının məhv olmasını vulkanik qazların təsiri ilə əlaqələndirərək isbat edir ki, Kivu Park rayonunda (Şərqi Afrika) fəaliyyətdə olan vulkanlarda müxtəlif vaxtlarda qırmızı alovun qalxması nəticəsində vulkanın kraterində zəhərli qazlar ayrılır ki, bu da karbon qazının atmosferin nisbətən aşağı hissələrində toplanmasına gətirib çıxarır.

Heyvanların məhv olması, oksigen çatışmazlığından əlavə, həm də zəhərli qazlarla zəhərlənmələr nəticəsində baş verir.

Atmosferin antropogen çirklənməsi isə insanların fəaliyyəti – sənaye müəssisəsinin işi, aviasiya və avtomobil nəqliyyatı, yanacağın yandırılması, nüvə silahlarının sınaqdan keçirilməsi ilə əlaqədardır.

Son 40-50 ildə atmosferin çirklənməsi gücləndiyindən, artıq təbii ekoloji sistemlər özünü tənzimləmənin son həddinə çatmışlar.

Atmosfer yüksək dinamikliyə malik olduğundan, coğrafi təbəqənin başqa komponentlərindən fərqli olaraq, onda baş verən hər hansı bir dəyişiklik çox böyük məsafədə özünü göstərir. Məsələn, sənaye mərkəzlərindən min kilometrə

uzaqda yerləşən Antarktidadan götürülmüş buz nümunələrinin tərkibindən müxtəlif sənaye çirkləndirici maddələrin (qurğuşun tozu, kükürd, ağır metallar, DDT preparatı, radioaktiv izotoplar və s.) ifrat miqdarda olması bunu sübut edir.

Planetar miqyasda ən geniş yayılmış kimyəvi çirkləndirici kükürd qazı və onun birləşmələridir. Kükürd qazı atmosferdə təbii və səmt qazların, qaz kondensatların neft və neft məhsullarının, xüsusən də daş kömürün yanması prosesində, kağız istehsalında, kükürd turşusu istehsalında və s. sənaye texnoloji proseslərin həyata keçirilməsi nəticəsində daxil olur. Atmosferdə olan su buxarı ilə birləşən kükürd qazı və kükürd anhidridi kükürd turşusunu əmələ gətirir ki, bu da “turş yağışları”nın yaranmasına səbəb olur. Havanın tərkibində kükürd turşusunun həтта cüzi miqdarda olması nəfəs orqanlarına qıcıqlandırıcı təsir göstərir, ağ ciyər və allergiya xəstəliklərinin yaranmasına, daş binalarının, metal konstruksiyaların korroziyasına, bitkilərin məhvinə səbəb olur.

Planetimizin hava hövzələrinin əsas çirkləndicilərindən biri də olduqca zəhərləyici xassəyə malik olan karbon oksididir. Karbon oksidinin əsas mənbəyi avtomobillərin daxili yanma mühərrikləridir. Karbon oksidi kiçik dozada oksigen mübadiləsini pozur, yüksək olduqda isə insanın ürək fəaliyyətinin pozulmasına, son nəticədə insanın məhvinə səbəb olur.

Daxili yanma mühərrikləri ilə işləyən avtomobilləri atmosferə buraxdığı 200 adda komponentlərdən ancaq biri zəhərləyici xassəyə malik deyil, qalan komponentlər zəhərləyici və nəticə etibarı ilə həтта xərcəng xəstəliyi əmələ gətirici xassələrə malikdir.

Fosfat gübrələri və alüminium istehsalı prosesində atmosferə daxil olan flüor və flüor birləşmələri də ekoloji sistemin pozulmasında fəal iştirak edir. Onlar bitkilərin məhsuldarlığını 30- 50% aşağı salır. Bəşəriyyət üçün ən böyük təhlükə atmosferin radioaktiv maddələrlə çirklənməsidir. Nüvə

silahlarının sınaqdan çıxarılması, atom sənayesinin inkişafı, atom enerjisindən və müxtəlif radioizotoplardan dinc quruculuq məqsədləri üçün istifadə edilməsi, atmosferdə radioaktiv maddələrin çoxalmasına səbəb olur. Atmosferə daxil olan radioaktiv maddələr hava axınları vasitəsilə Yer kürəsi ətrafında bir neçə dəfə fırlanaraq bütün troposferi və stratosferi çirkləndirir. Radioaktiv maddələr Yer səthinə enir, uzun müddət (stronsium 90-30 il, karbon 14-5730 il) öz şüalandırıcı təsiri ilə bəşəriyyət üçün təhlükə yaradır.

Göstərilənlərlə yanaşı qaz tərkibinin və qazlar nisbətinin dəyişməsi də planetin ekoloji müvazinətini pozur. Belə ki, daş kömür, neft və s. yandırılması nəticəsində son 50-60 il ərzində atmosferdə karbon qazının miqdarı 15-20% artmış, oksigeninki isə 0,007% azalmışdır. Orta hesabla hər il Yer atmosferində 1×10^{10} ton oksigen azalır, karbon qazının miqdarı isə 0,2% artır. Yadda saxlamaq lazımdır ki, insan orqanizmi havada oksigen qazının cəmi 1-2% azalmasına mənfi reaksiya verir, orqanizmdə fizioloji ahəngdarlıq pozulur.

Atmosferdə karbon qazının artması nəticəsində hava təbəqəsinin aşağı qatlarında temperaturu XXI əsrin əvvəllərində XX əsrin 70-ci illərinə nisbətən 0,5 °C, yüksək en dairələrində isə 1°C artması gözlənilir. Bu isə öz növbəsində planetimizin təbii şəraitinin korlanmasına səbəb olacaq.

İstehsalın texnologiyasından, yanacağın növündən və istehsal xammalından asılı olaraq atmosferə tullanan zərərli maddələrin və qazların kimyəvi tərkibləri müxtəlif olur. Bir çox yerdə atmosferi qara metallurgiya kombinatlarının zəhərli hidrogen sulfidi, alüminium istehsal edən zavodları olan yerlərdə isə flüorlu birləşmələr çirkləndirir. İstilik elektrik stansiyaları isə atmosferə daha çox çirkləndirici toz hissəcikləri buraxır. Aşağı keyfiyyətli daş kömürlərdən istifadə zamanı atmosferi ən çox kükürlü birləşmələr çirkləndirir.

Moskva kimi iri şəhərlərdə olan istilik mərkəzləri sutka ərzində 2 min ton ən aşağı keyfiyyətli kömür yandırır ki, bunun

də nəticəsində sutka ərzində havaya 400t toz hissəcikləri və 120t kükürd oksidi atılır.

Havanın çirklənmə mənbələrindən biri də sement zavodlarıdır. Sement sənayesində xammal kimi mergel qarışığı olan əhəng daşlarından istifadə edilir. Həmin texnologiya çoxlu toz hissəciklərinin ayrılması ilə səciyyələnir ki, bu da sement tozu ilə atmosfer havasını daha çox çirkləndirir. Təxmini hesablamalara görə Yer atmosferində ildə 100 min tonlarla zərərli qazlar və tozlar tullanır. Bu çirklənmə sənaye rayonlarında küləyin vasitəsilə başqa yerlərə aparılmasına və çökdürülməsinə baxmayaraq, bir çox hallarda sənaye sahələri ətrafında yüksək çirklənmə dərəcəsinə malik olan kəsafəti yaradır. Bir çox ölkələrdə avtomobil nəqliyyatı atmosferin çirklənməsində qorxulu vəziyyət yaratmışdır. Böyük şəhərlərdə havanı çirkləndirən mənbələr içərisində avtomobil nəqliyyatı 40-50%-dən çoxunu təşkil edir. Bununla əlaqədar avtomobil nəqliyyatı vasitəsilə çirklənməyə qarşı kompleks tədbirlər proqramı işlənib hazırlanır.

Tədqiqatlar göstərir ki, avtomobillərdən çıxan yanma qazları mürəkkəb tərkibə malik olmaqla bir çox komponentləri özündə birləşdirir. Bu qazların çoxunu bir neçə qrupda birləşdirmək olar.

Birinci qrupa zərərsiz maddələr daxildir. Bu azotdan, oksigendən, hidrogendən, su buxarından və s. inert qazlardan ibarətdir. Müəyyən edilmişdir ki, avtomobillərdən ətraf mühitə daxil olan karbon qazı da insanın sağlamlığı üçün bir o qədər də təhlükə törətmir.

İkinci qrupa karbon oksidini aid edirlər ki, bu qaz çox zəhərli olmaqla avtomobillərdən buraxılan qazların orta hesabla 12%-ni təşkil edir.

Üçüncü qrupa azot oksidini və azot iki oksidini də aid edirlər ki, bu qazlar da olduqca zəhərliyədir.

Dördüncü ən geniş tərkibli qrupdur ki, burada əsasən karbohidrogenlər üstünlük təşkil edir. Bu qrup metan, etilen, butan, propan, benzol, toluol və başqa maddələrdən ibarətdir.

Beşinci qrup aldehidlərdən, xüsusilə çox zəhərli olan formadehiddən və s. ibarətdir.

Nəhayət altıncı qrupa isə hisi aid etmək olar ki, xüsusilə bu çirkləndirici tullantı dizel mühərriklərindən ixrac olunur.

Atmosfer havasının müxtəlif çirklənmələrdən mühafizə tədbirləri, nəinki əhalinin sağlamlığı, eyni zamanda kənd təsərrüfatının, sənayenin və mədəni inkişafın naminə aparılmalıdır. Qeyd alınmışdır ki, çirklənmə mənbələrindən kənd təsərrüfatı bitkilərinin məhsuldarlığına olan mənfi təsir nəinki radiusu 1-3 km, hətta onlarla və yüzlərlə kilometr məsafədən özünü göstərir. Sənaye cəhətdən yüksək dərəcədə təmin olunmuş ölkələrdə kənd təsərrüfatı bitkilərinin məhsuldarlığının xeyli aşağı düşməsinə əsas səbəb çirkli hava qatının yaranmasıdır. Almanyanın Leypsiq şəhəri dairəsinin kimya kombinatının yaxınlığında yerləşən kəndlərində hər il dənli bitkilərin məhsuldarlığından 7-13 s/ha, yoncada isə 28 s/ha itirilir. Ətraf mühitin çirklənməsi kənd təsərrüfatı bitkilərinin keyfiyyətinə də mənfi təsir göstərir. Dəm qazının təsirinə məruz qalmış bitkilərdə proteinin miqdarı azalır və həzm prosesi çətinləşir. ABŞ-ın kənd təsərrüfatında havanın çirklənməsindən hər il ölkəyə 500 milyon dollar ziyan dəyir.

Atmosfer havasının çirklənməsi kənd təsərrüfatı heyvanlarının həyat tərzinə də mənfi təsir edir. Məsələn, istiliyə davamlı kərpic istehsalı zavodlarının tullantıları içərisində maqnezium tozu ixrac edilir ki, bu da bir çox yerdə otun üzərinə düşür. Bu otla qidalanan heyvanlarda həzm pozulur və onlar ishal xəstəliyinə tutulur. Həmin heyvanlardan alınan süd istifadə üçün yaramır.

Atmosfer havasının mühafisəsi və təmizlənməsi probleminin həlli aşağıdakı məsələlərin həyata keçirilməsi ilə bağlıdır:

1. Müasir texnoloji proseslərin təkmilləşdirilməsi, qapalı kompleks istehsal dövrünə və tullantısız texnologiyasına keçmək;

2. Qaz təmizləyici və toz tutan süzgəclərin və qurğuların təkmilləşdirilməsi.

3. Daxili yanma mühərriklərinin təkmilləşdirilməsi və yeni, zərərsiz yanacaq növlərinin istifadə edilməsi;

4. Qazıntı yanacaq növlərinin yeni, ekoloji sistemə mənfəəti təsir göstərməyən qeyri-ənənəvi enerji növləri ilə (külək enerjisi, dalğa enerjisi və s.) əvəz edilməsi;

5. Meşələrin, xüsusilə ekvatorial və tropik meşələrin qırılmasının qarşısının alınması, bərpa edilməsi və planetimizdə yaşıllıqların artırılması.

6. Beynəlxalq miqyasda nüvə silahlarının sınaqdan çıxarılmasını qadağan edən sazişlərin bağlanması. Atom elektrik stansiyalarında qəza təhlükəsinin qarşısını ala biləcək ən yeni texnologiyaların tətbiqi.

XI FƏSİL. ATMOSFER OZONUNUN XÜSUSİYYƏTLƏRİ VƏ ONUNLA BAĞLI PROBLEMLƏR

11.1. Ozonun xüsusiyyətləri

Ozon oksigenin molekulunun allotrop dəyişməsidir. Ozon oksigendə olduğu kimi iki atomdan deyil, üç atomdan ibarət olan qazdır. Bu qaz özünün digər qazlarda müşahidə olunmayan fiziki və kimyəvi xassələri ilə uzun müddətdir ki, alimlərin diqqət mərkəzindədir. Ozona marağın artmasının əsas səbəblərindən biri, onun Yer atmosferində mövcud olması və onun yerdəki canlıların ultrabənövşəyi (UB) şüalardan mühafizə etməsi xüsusiyyətləridir. Atmosfer ozunu son 30 ildə daha intensiv tədqiq olunur. Bunun əsas səbəbi 20-ci əsrin 80-ci illərindən etibarən Yer atmosferində “ozon dəyişinin” yaranması ilə əlaqədardır.

Atmosferi təşkil edən qazların əsas optik xüsusiyyətlərindən biri onları spesifik, yəni konkret qaza xas olan udma spektridir. Udma spektri dedikdə udma əmsalının dalğa uzunluğundan asılılığı başa düşülür. Ozonun udma spektri bir sıra mühüm xüsusiyyətləri ilə digər qazlardan fərqlənir. Bunlardan ən əsası 200-320 nm (nanometr – 10^{-9} m) dalğa uzunluğunda şüalanmanın güclü sürətdə udulmasıdır.

Məlum olduğu kimi Günəş spektrində 200-400 nm-ə müvafiq olan interval bioloji-aktiv interval adlanır. Bu interval iki yerə bölünür: dalğa uzunluğu 300-400 nm bərabər olan ultrabənövşəyi-A (UB-A) və 200-dən 320 nm-ə kimi intervalı əhatə edən ultrabənövşəyi B (UB-B).

Atmosferdə dalğa uzunluğu $\lambda=200$ nm-dən qısa olan şüalanmalar oksigen molekulları tərəfindən yaxşı udulur və nəticədə bu şüalanmalar heç stratosferin aşağı sərhəddinə gəlib çatmır. Dalğa uzunluğu artdıqca molekulyar oksigenin udma əmsalı kəskin azalır. Nəticədə dalğa uzunluğu 200-300 nm intervalında olan şüalanmalar maneəsiz Yer səthinə düşə

bilərdi. Bunun qarşısını ancaq ozon alır. Ozonun spektral udma xarakteristikaları ilə oxucunu yormamaq məqsədi ilə onu göstərmək kifayətdir ki, ozonun maksimal udma əmsalı $\lambda = 255\text{nm}$ -ə uyğundur və təqribən 130 sm^{-1} təşkil edir. Bu kəmiyyət haqqında təsəvvür yaratmaq üçün göstərək ki, qeyd olunan dalğa uzunluğunda şüalanmanın gətirilmiş (0°C ; 1 atm) qalınlığı 3 mm olan ozon qatını keçəndən sonra şüalanmanın intensivliyi 10^{17} dəfə azalır. Beləliklə, ozon UB-B intervalında bütün şüalanmaları udur. $\lambda = 320\text{nm}$ və ondan böyük şüalanmalar isə yer səthinə düşə bilir. Yer səthinə düşən UB şüalanmanın intensivliyi Günəşin üfüqdən qalxma hündürlüyündən, atmosferin tozlu və ya təmiz olmasından, yer səviyyəsindən, hündürlüyündən və s. asılıdır.

UB şüalanmanın udulması atmosferin parametrləri üçün təsirsiz ötürşür. Belə ki, şüalanmanın daşdığı enerji atmosfer tərəfindən udulduğundan onun temperaturu qalxır. Son illərdə aparılan ölçmə nəticələri göstərilir ki, 20 km -dən yuxarı qatlarda, stratosferdə və mezosferdə bu proses temperaturun qalxmasının əsas səbəblərindən hesab olunur.

Son illərdə yaradılmış atmosfer modellərinə əsasən aparılan hesablamalar göstərir ki, əgər ozonun konsentrasiyası iki dəfə azalarsa, mezosferdə atmosferin temperaturu 20°C aşağı düşər. Bu soyuma isə stratosferdəki temperaturu ($7\text{--}18\text{ km}$) $2\text{--}3^\circ\text{C}$ aşağı sala bilər.

Yaxın vaxtlara kimi ozon molekulunun optik xüsusiyyəti kimi əsasən ultrabənövşəyi şüaları udulması nöqtəyi nəzərindən analiz olunmuşdur. İndi müəyyən olunub ki, O_3 atmosfer üçün önəmli olan digər xüsusiyyətlərə də malikdir və atmosferin temperatur rejiminə ciddi təsir göstərir. Bunlardan ən əhəmiyyətli ozonun infraqırmızı diapazonunda, daha dəqiq $\lambda = 9,6\text{mkm}$ şüalanmanı udma qabiliyyətinə malik olmasıdır.

Ozonun atmosferin istilik rejiminə təsirinin əhəmiyyətini göstərmək məqsədi ilə qısa olsa da istixana effektinin

mahiyyətini göstərək (bu effektə kitabın “X” fəslində daha geniş yer verilmişdir). Əsas mahiyyət ondan ibarətdir ki, Yer səthi üzərinə düşən Günəş enerjisini (atmosfer tərəfindən udulmadan) udur və onu infraqırmızı diapazonda şüalandırır. Əgər bu infraqırmızı şüalanmalar atmosfer tərəfindən udulmayıb kosmik fəzaya qayıdarsa Yerdə canlılar üçün dözülməz soyuq olardı, ona görə ki, bu şüalanmaların böyük hissəsi atmosferin aşağı qatlarını tərk etmir, belə ki, bu enerji buludlar və digər az miqdarlı atmosfer tərtibediciləri tərəfindən udulur. Bu udulma da böyük aktivlik göstərən qazlar, əsasən karbon qazı (CO_2) və su buxarlarıdır (H_2O). Bilavasitə onlar atmosferdə infraqırmızı şüalanma enerjisinin böyük bir hissəsini tutub saxlayırlar. Ancaq məlum olduğu kimi atmosferdə $8\text{--}13\text{ mkm}$ dalğa uzunluğu intervalında şəffaflıq pəncərəsi mövcuddur və burada CO_2 və H_2O -nun rolu çox azdır. Baxılan intervalda əsas uducu rolu ozon yerinə yetirir. Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi bu oblastda ($\lambda = 9,6\text{mkm}$) ozonun güclü udma spektri vardır və müəyyən infraqırmızı enerjini saxlaya bilir. Qeyd olunmalıdır ki, ozonun infraqırmızı diapazonda digər udma oblastları da ($\lambda = 13,8\text{mkm}$ və $14,4\text{mkm}$) mövcuddur.

Beləliklə, istixana effektinin yaranması atmosferdə antropogen amillərin təsirindən CO_2 -nin konsentrasiyasının artması ilə yanaşı, troposferdə ozonun da konsentrasiyasının çoxalmasını göstərmək olar.

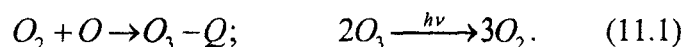
11.2. Atmosferdə ozonun və ozon qatının yaranmasının fotokimyəvi mahiyyəti, dağılma mexanizmi

Ozon - Yer atmosferində oksigenin mövcud formalarından biridir. Məlum olduğu kimi atmosfer əsasən azot və oksigendən ibarətdir. Yerətrafi havada olduğu kimi, 150 km hündürlüyə qədər bütün atmosferdə həm azot, həm də oksigen təcrübi olaraq ancaq molekulyar (N_2 və O_2) formada

mövcuddurlar. Ancaq atmosferin xüsusən hündürlüklərində dissosiasiya (molekulları parçalanması) prosesləri də gedir. Nəticədə azot N və oksigen O atomları yaranır. Bu proseslər əks proseslərlə kompensasiya olunur – atomlar birləşib molekul əmələ gətirir. Bu səbəbdən də 100 km-dən aşağıda oksigen və azot atomlarının konsentrasiyası çox aşağıdır.

Hündürlük artdıqca dissosiasiya prosesləri sürətlənir, əks proseslər isə zəifləyir. Buna görə də atomar komponentlərin nisbi konsentrasiyası artır. Müəyyən olunub ki, 100 km hündürlükdən sonra atomar oksigen atmosferin əsas komponentinə çevrilir. 150 km hündürlükdə oksigenin atom və molekullarının konsentrasiyası bərabərdir. Böyük hündürlüklərdə oksigen ancaq atomar formada olur. Hündürlük artdıqca O_3 molekullarının artması bununla izah olunur. Lakin müəyyən bir hündürlükdən sonra O_3 molekulunun Günəş şüalarının təsirindən dağılma intensivliyi onların atomlardan yaranma intensivliyindən yüksək olduğu üçün ozon konsentrasiyası bu hündürlükdən etibarən azalmağa başlayır.

Ozonun yaranma və parçalanma prosesini belə göstərmək olar:



Müəyyən olunub ki, ozon yarananda istilik udulur, parçalananda isə istilik ayrılır. Normal temperatur və təzyiqdə reaksiya olduqca zəif gedir. Bu atomar oksigenin ozonun yaranmasındakı rolu ilə izah olunur. Beləliklə, başlanğıcda oksigen molekulunu iki atoma parçalanır



burada h - Plank sabiti; ν - kvantın tezliyidir.

$h\nu$ - ultrabənövşəyi şüalanmanın enerjisi və yaxud kosmik şüaların enerjisi ola bilər.

Oksigenin yaranmış atomları ya üçüncü molekulunun köməyi ilə yenidən birləşirlər, yəni



və yaxud da O_2 ilə əlaqəyə girib (yenə 3-cü molekulun iştirakı ilə) ozon molekulunu yaradırlar



burada M - yeni yaranan ozon molekulundan enerjini çıxaran istənilən hissəcik ola bilər.

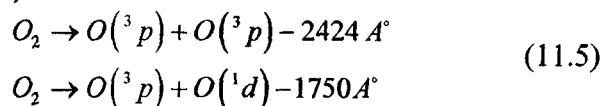
Ozonun alınması üçün əlverişli şərait olmalıdır. Bu şəraitin yaranması üçün temperatur çox yüksək olmamalı və mühitdə atomar oksigen çoxluğu olmalıdır. Belə şəraitin əsas mənbəyi UB şüaların təsirindən oksigen molekulunun dissosiasiyası ola bilər.

Ozon molekulunu fiziki olaraq stabildir, belə ki, o öz-özünə parçalanmır. Lakin, temperaturun artması və bəzi qazların (məsələn, NO , Cl_2 , Br_2 və başqa) təsiri, şüalanmanın və yüklü hissəciklərin təsiri ozonun parçalanma sürətini artırır. Ozonun digər əsas xüsusiyyəti onun güclü oksidləşdirici olmasıdır. Bu xüsusiyyətinə görə o ancaq flüordan (F_2) geri qalır.

Ozonun yaranmasında gedən fotokimyəvi proseslər bir neçə mərhələdən ibarət olur. Bu proseslər oksigen molekulunu tərəfindən şüanın udulması ilə başlanıb, stabil molekulun yaranması ilə qurtarır.

Məlum olduğu kimi, atom və molekullar ancaq müəyyən diskret energetik səviyyələrdə ola bilərlər. Bu səviyyə kvant mexanikasının qanunauyğunluqları əsasında müəyyənləşdirilir. Belə ki, oksigen atomlarının səviyyəsi $3p^1$, d simvolları ilə qeyd olunur. Bu səviyyələrdə $O(IP)$ atomun normal səviyyəsi, $O(D)$ isə onun həyacanlanmış səviyyəsini göstərir. Oksigen molekulunda atomların rabitə enerjisi 5,115 eV (elektron volt) təşkil edir. Belə ki, oksigen molekulunu parçalamaq üçün

atomun rabitə enerjisinə bərabər işıq kvantı verilmişdir. Molekulyar oksigenin fotodissosiasiyası üçün udulan şüaların dalğa uzunluğu elə olmalıdır ki, o enerji oksigen molekulunu parçalaya bilsin. Oksigen molekulunun parçalanması üçün tələb olunan udulan şüalanmanın dalğa uzunluğu aşağıdakı kimi müəyyənləşir



Beləliklə, oksigen UB şüalarla şüalandırıldıqda oksigen alınır. Bu atomar oksigenlər ikinci dəfə reaksiyaya girərək ozon yaradırlar.

İqlim dəyişmələri və ozon problemi dünyada əsas global problemləridir. Ozon qazının taleyi haqqında narahatçılıq 20 ildən çoxdur ki, planet miqyasında bu və ya digər səviyyələrdə müzakirə olunur.

Məlum olduğu kimi ozon qatı Yer üzərində canlıların normal həyat fəaliyyəti üçün mühüm rol oynayır. Bir tərəfdən atmosferin temperatur stratifikasiyasını müəyyənləşdirir, digər tərəfdən isə canlıları ultrabənövşəyi şüaların təsirindən qoruyur.

Ozonun böyük bir hissəsi stratosferdə 15-25 km arasında yerləşir. Bu qaz aktiv radiasiya qabiliyyətinə malik uçan qazın tərkib hissələrindən biri olub, təbii, antropogen mənşəli kimyəvi və fotokimyəvi reaksiyaların məhsulu olub aşağı və yuxarı atmosferdə yaranır.

Ozon tərkibində 3 atom oksigen olan maddədir.

300 nm-dən qısa dalğalar (UB) ozon tərəfindən güclü udulmaya məruz qalır. Tədqiqatlar həm yerüstü atmosferdə, həm də stratosfer və yuxarı qatlarda peyklər vasitəsilə xüsusi texniki vasitələrlə ölçülür.

Ozon qatının dağılmasının ən təhlükəli cəhəti xərçəng xəstəliklərinin kəskin artmasıdır. BMT-nin rəsmi məlumatına

görə ozon qatının 1% azalması 100 min yeni katarakt xəstələrin meydana çıxması, 10 min xərçəng xəstəliyinin meydana çıxmasına səbəb olur.

ABŞ-ın ƏMQA-nın (Ətraf mühitin qorunması agentliyi) mütəxəssislərinin verdiyi qiymətə görə ozonun atmosferdə hər bir faiz azalması immun çatışmazlığının 4-5% artmasına səbəb olur. Məsələn, ABŞ-da son 7 ildə dəri xərçəngi ilə xəstələnənlərin sayı 3-7% artmışdır.

Ozon qatının dağılmasının mənfi cəhətlərindən biri də yuxarıda göstəriləyi kimi istixana effektinin artması kənd təsərrüfatı bitkilərin məhsuldarlığının azalması, torpağın degradasiyasının yüksək dərəcədə və ətraf mühitin ümumi çirklənməsinə gətirib çıxarır.

Ozon üzrə elmi müşahidələr 1840-cı ildən etibarən başlansa da onun öyrənilməsinə əsasən 20-ci əsrin 20-ci illərindən başlanmışdır. Bu illərdə Dobson (1929) spektrofotometri yaradılmış və həmin ildə də ozon üzrə Beynəlxalq Komissiya təşkil edilmişdir. Komissiya yaradıldıqdan sonra 1930-cu ildə ozon probleminə həsr olunmuş beynəlxalq simpozium keçirilmişdir. Ozona aid ilk monoqrafiya P. Qets tərəfindən nəşr edilmiş və həmin kitab 1933-cü ildə rus dilinə tərcümə olunmuşdur. 50-ci illərdən başlayaraq ozona aid tədqiqatların dünyadakı bir çox meteoroloji xidmətlərin proqramına daxil edilmişdir.

Beynəlxalq geofizika ili (1957) ozon üzrə müşahidələrin aparılmasına impuls vermişdir. Bu illərdə keçmiş SSRİ-də sadələşdirilmiş ozonometr (M-124) yaradılmışdır. M-124 texniki imkanları və dəqiqliyi Dopson spektrofotometrindən geri qalsa da bir sıra təcrübə nəticələrin alınmasında onun böyük rolu olmuşdur. 1960-cı ildən etibarən beynəlxalq meteoroloji təşkilatların köməyi ilə Kanada meteoroloji xidmət təşkilatı müntəzəm olaraq beynəlxalq meteoroloji təşkilatların ozon haqqında məlumatlarını dərc etdirir.

Ozonun tədqiqində, xüsusi ilə ozonun ötürülməsi və stratifikasiyası üzrə təyyarə və ozon zondlarından geniş istifadə olunur.

Şübhəsiz ki, ozonun global tədqiqində ABŞ və keçmiş SSRİ tərəfindən buraxılan Yerin süni peyklərinin rolu çox böyük olmuşdur. Hal-hazırda demək olar ki, dünyanın bütün aparıcı dövlətlərin bu və ya digər süni peykləri ozonun tədqiqində böyük həcmli informasiyaların əldə edilməsinə şərait yaratmışdır.

Son illərdə aparılan təcrübə nəticələri göstərir ki, orta və polyar enliklərdə ozonun miqdarı fasiləsiz olaraq azalır. Bu proses yaz və qış mövsümlərində daha intensiv gədir.

Bu problem artıq 20-ci əsrin 50-ci illərindən etibarən öyrənilir.

70-ci illərin əvvəllərində fərz olunurdu ki, ozon dəşiklərinin yaranması səsdən iti sürətlə uçan təyyarənin (Boing-ABŞ, Konkord- İngiltərə, TV-144- SSRİ) təsirindən yaranıb. Lakin sonralar bu fərziyyələr təsdiq olunmadı.

70-ci illərin ikinci yarısında müəyyən olundu ki, ozonun dağılmasının ən təhlükəli səbəblərindən biri xlorflüorluktur-bohidro-gendir (freonlar). Pol Kratsen ozonun formalaşma və dağılmasının səbəbi modeli dərc etdirdi (bu tədqiqat işinə görə 1995-ci ildə Nobel mükafatı verildi). Onun mülahizələrinə əsasən bu birləşmələrdən istifadə 74 ildəki səviyyəsi ozonun 40% azalmasına səbəb ola bilər.

Freonlar (CF_2Cl_2 -diflüoridixlorometan, $CFCI_3$ - lüortriklor metan, CHF_2Cl - diflüorxlorometan) kimya sənayesində və məişətdə (soyuducularda) geniş istifadə olunur. Lakin atmosfərə düşdükdə atmosferin turbulentiyyəsi nəticəsində stratosferə düşür. Orada ozonun sıxlığı çox böyük olan 20-25 km hündürlükdə ultrabənövşəyi şüalanma təsirindən parçalanaraq sərbəst flüor və xlor atomlarını yaradır. Əmələ gələn xlor ozonun parçalanmasını sürətləndirir. Müəyyən olunmuşdur ki, 1 xlor atomu 10 min ozon molekulunu

parçalayır. Vulkanik fəaliyyət də ozonun təbii parçalanmasına şərait yaradır. Lakin bunun təsiri böyük deyil.

Cənub qütbü üzərində ozon qatının dağılması 20-ci əsrin 80-ci illərində müşahidə edilməyə başlanmışdır. Adətən bu proses sentyabrdan noyabra kimi baş verir və təqribən dekabrda yox olur. Yaponiya meteoroloji stansiyalarının verdiyi məlumata görə ozon dəyişi indi artıq sentyabrın əvvəllərindən müşahidə olunur və onun sahəsi son məlumatlara əsasən 28 milyon kvadrat kilometrdən çoxdur.

Antarktida üzərində təyyarə və süni peyklər vasitəsi ilə aparılan ölçmə nəticələri göstərir ki, 12-13 və 25 km hündürlüklərdə yaz aylarında ozon qatı tamamilə dağılır. Ozon qatının dağılma prosesinin mexanizmi aşağıdakı kimi gədir. Göstərilən hündürlüklərə mövcud aşağı temperaturalarda su buxarlarının və azot turşusunun kondensasiyası nəticəsində "polyar stratosfer dumanları" yaranır. Freonlarda əmələ gələn radikallar buzlaşmış buludlarla qarşılıqlı təsirə malikdirlər. Yazda Günəşin qütbləri işıqlandırmağa başladığında buzlaşmış buludlar istiləşir, freonlar buzdən ayrılır və ozonu dağıdır. Antarktida üzrə hava sirkulyasiyasının zəif olması nəticəsində böyük sahəli ozon dəşikləri yaranır. Yayda orta və tropik enliklərdən hava axınının yaranması ozonun miqdarını bərpa edir. Ozon qatının dəşilmə intensivliyi atmosferdə freonun konsentrasiyası ilə əlaqədar olması artıq həm təcrübə, həm də elmi surətdə əsaslandırılmışdır.

Freon istehsalı (dünya üzrə) 70-ci illərin səviyyəsində saxlanılısaydı ozon qatının tamamilə dağılma ehtimalı mütəxəssislər arasında şübhə doğurmur.

Bir sıra ölkələrdə yaxınlaşan fəlakətin miqyasını dərk edərək freonun istifadəsini 70-ci illərin axırlarında tamamilə qadağan etdilər (ABŞ, Norveç, İsveç, Finlandiya).

1985-ci ildə Vyanada ozon qatının mühafizəsi üzrə konvensiya qəbul olundu. 1987-ci ildə Monrealda ozon-dağıdıcı maddələrin azaldılması haqqında beynəlxalq proqram

imzalandı. Protokola görə freon istehsalı 1993-cü ildə 20%, 1998-ci ildə 30%, 2000-ci ildən etibarən də azaldılır. Göstərilən protokol bütün ölkələr tərəfindən ratifikasiya olunsaydı, belə (Avropanın bir çox ölkələri bu protokola hələ də qoşulmayıb) istifadə olunan freon ancaq 2/3 hissəsi dövriyyədən çıxarılmış olardı.

Ozonun yaşama müddəti onun yerləşdiyi yerdən asılı olaraq bir neçə saatdan aya kimi ola bilər. Freonların yaşama müddəti əksinə çox böyükdür – on illər, bəzi hallarda isə yüz il təşkil edir. Əgər indi atmosfərə freonun buraxılması dayandırılarsa, belə ozonun bərpa olunmasına on illiklər tələb olunur.

Ozon üzrə müşahidələr qlobal miqyasda meteoroloji xidmətlər (Atmosferin qlobal xidməti) tərəfindən 1957-ci ildən həyata keçirilir. Ozonun ölçülməsi ilə 140-dan yuxarı stansiyalar məşğul olur. Bu məlumatlar süni peyklər vasitəsi ilə əldə olunmuş məlumatlar hesabına genişləndirilir. Ozon haqqında bütün informasiya Toronto (Kanada) şəhərində yerləşən Beynəlxalq mərkəzə ötürülür və müntəzəm olaraq dərc olunur.

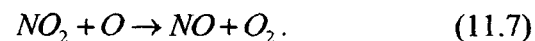
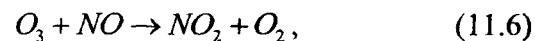
Son illərin tədqiqat nəticələri göstərdi ki, beynəlxalq qurumlar tərəfindən həyata keçirilən tədbirlərə baxmayaraq ozon qatının azalması fərz olunan illik qiymətdən (0,5-0,7% ildə) daha böyük intensivliklə azalır. Məsələn, Antraktida üzərində 1979-1992-ci illər ərzində ozon qatı 50% azalmışdır (ozonun 1% azalması UB şüalanmanı 1,5% artması deməkdir).

11.3. Ozon qatının dağılmasını şərtləndirən kimyəvi dövrlər

Yuxarıda qeyd olunduğu kimi, ozon qatının dağılmasının bir sıra səbəbləri mövcuddur. Biz bu səbəblərdən ozonun dağılmasında böyük ehtimalı olan bəzi təsirləri (bunlara bəzən kimyəvi dövrlər də deyilir) ətraflı nəzərdən keçirək. Bunlar əsasən azot, hidrogen və xlor dövrləridir.

Azot dövrü. Hələ 20-ci əsrin 70-ci illərinin ortalarında antropogen xarakterli iki kimyəvi qrupun (azot və hidrogen ailəsi) stratosfer ozonunun dağılmasında rolu tədqiq olunmağa başladı. 1971-ci ildə demək olar ki, eyni vaxtda elmi jurnallarda insan fəaliyyəti nəticəsində ozon qatının dağılmasına həsr olunmuş iki məqalə dərc olundu. Məqalələrin birini amerikalı alim Qarold Jonston, digərini isə AFR-dan Paul Krutsen tərəfindən yazılmışdır.

Bu müəlliflər stratosferdə gedən fotokimyəvi prosesləri analiz edərək aşağıdakı iki reaksiyaya diqqət yetirmişlər



Göründüyü kimi, bu reaksiyalarda NO və NO_2 sərf olunmur. Bu maddələr katalizator rolunu oynayır. Ancaq bu reaksiyalarda oksigen atomu O və ozon molekulu yox olurlar və iki oksigen molekulu yaranır. Ümumiləşdirilmiş reaksiya kimi aşağıdakını yazmaq olar



Bu prosesdə ozon molekulu O_3 ilə yanaşı oksigen atomu da sərf edilir ki, bu da ozonun yaranması üçün əsas göstəricidir.

(11.6) və (11.7) reaksiyalarının fərqləndirici xüsusiyyəti odur ki, reaksiyaların effektivliyi NO və NO_2 -nin konsentrasiyasından asılı olur. Göründüyü kimi NO və NO_2 -nin konsentrasiyası yüksək olduqda, O və O_3 məhv olma sürəti, (11.8)-ci tənlikdə O_2 -nin yaranma sürətindən çox böyük olur. Beləliklə, NO və NO_2 -nin konsentrasiyasının artması O_3 və O -nin konsentrasiyalarının kəskin azalmasına səbəb olur.

Krutsen və Jonston ideyasından belə nəticə alınır ki, əgər insan fəaliyyəti nəticəsində azot oksidlərinin miqdarı müəyyən

olunmuş səviyyədən yuxarı olarsa, ozonun konsentrasiyası aşağı düşməyə başlayır. Müəyyən olunub ki, burada hansının oksidlərdə olması (NO , NO_2 , N_2O) ümumi nəticəyə təsir göstərir. Beləliklə, atmosfərə düşən ümumi azot oksidlərini NO_x ilə işarə etmək olar. Burada təbii olaraq sual meydana çıxır ki, insanın əsasən hansı fəaliyyəti NO_x -in atmosfərə atılmasını sürətləndirir. Onlar bunun səbəbini əsasən stratosfer aviasiyasının fəaliyyəti ilə bağlayırlar. Belə ki, istifadə olunan yanacaqların yanması atmosfərə külli miqdarda işlənmiş qazlar buraxılır, bunların da çox hissəsi azot oksidləri və su buxarlarından ibarət olur.

Həmin müəlliflər bu ideyaya əsasən təyyarə uçuşlarının nəticədə (stratosferdə) miqdarını orta hesabla müəyyənləşdirərək gün, ay və il ərzində oksidləşmə məhsulu olan azot oksidlərinin miqdarını da hesablamışlar, çox böyük rəqəm alınmış və bunun əsasında 80-cı illərdə ozonun konsentrasiyası kəskin aşağı düşməli idi. Deməli mümkündür ki, bu ideya düzgün olsa da, lakin verilən proqnozlar təsdiq olunmadı.

Ozonun antropogen təsirə uğraması tədqiq olunarkən müəyyən olunub ki, NO_x -in atmosfərə atılmasında heç də əsas rolu stratosfer aviasiyası yox, daha çox azot gübrələri təşkil edir.

Bu gübrələr torpağa verildikən bir hissəsi parçalanaraq yerüstü atmosfərə düşür. Oksidlərin stratosferə düşmə yolu çox uzundur. Bu proses atmosferin turbulentiylindən, troposferdə şaquli yerdəyişmə sürətindən və digər göstəricilərdən asılı olur.

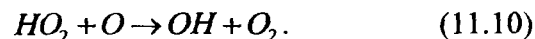
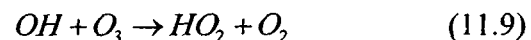
Beləliklə, əsas səbəb dünyada gübrə istehsalının sürətli artımındadır. Müəyyən olunub ki, 20 il ərzində bu gübrələrin istehsalı 10 dəfədən çox artaraq 3 milyon tondan 40 milyon tona çatmışdır. 80-cı illər üzrə aparılan hesablama nəticələri göstərir ki, azot gübrələrindən istifadə prosesində hər il

atmosferə 10 meqaton N_2O atılır, bu isə təbii yolla atmosfərə atılan N_2O -nun 25-40%-ni təşkil edir.

Və nəhayət göstərmək lazımdır ki, atmosfərə azot qazları (xüsusən N_2O) içərisində yanacağın yandırılması xüsusi yer tutur. Onların miqdarı il ərzində təqribən 3-4 meqaton təşkil edir.

Aparılan son ölçmə nəticələri göstərir ki, o cümlədən stratosferdə N_2O -nin qiyməti hər il 0,2% artır. Bu o deməkdir ki, əgər bu artım temp davam edərsə, 300 ildən sonra atmosferdə N_2O -nin qiyməti iki dəfə artacaq.

Hidrogen dövrü. Ozonun öyrənilməsi prosesində əldə olunmuş nəticələrdən biri də onun parçalanmasında azot oksidləri kimi hidrogen oksidində az rolu olmadığı müəyyənləşib. Bu reaksiyalar aşağıdakı kimi gedir:



Bu reaksiyanın mahiyyəti azot oksidində olduğu kimidir. Belə ki, OH (hidrooksid) və HO_2 (hidrogen iki oksid) sərfi nəticəsində HO_2 və OH yenidən yaranır. Ozon O_3 və oksigen molekulu O sərf olunur.

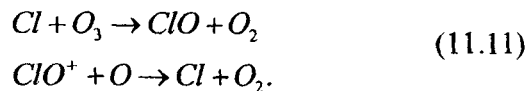
Beləliklə, atmosferdə ozonun dağılmasının bir səbəbi də hidrogen oksididir. Azot dövründə olduğu kimi burada da çoxlu sayda tərkibinə hidrogen daxil olan birləşmələr ola bilər və onlar HO_x -lə işarə olunur.

Azot atomları atmosfərə təbii və antropogen proseslər nəticəsində düşür. Hidrogen isə yer səthinə məlum olduğu kimi su şəklində düşür. Lakin suyun troposferdən stratosferə daxil olma yolu olduqca mürəkkəbdir. Atmosfer dinamikasının qanunları onu deməyə əsas verir ki, hava kütləsinin tropopauzadan keçib stratosferə düşməsi təcrübi olaraq

mümkün deyil. İstisna ancaq yetişən hündürlüklərdə (17-18 km) və tropiki enliklərdə bu mümkündür. Belə ki, orta en dairələrində troposferə düşən molekullar uzun yol keçirlər: əvvəlcə onlar ekvatorun troposferinə (üfqi ötürmə), sonra isə tropik tropopauzadan stratosferə keçir. Bunlara əlavə olaraq göstərmək olar ki, bəzi hallarda stratosferə güclü topa buludlar nüfuz edir və onların hündürlüyü bir neçə kilometrə çatır. Bu halda buludların içərisindəki havanın yerdəyişməsi nəticəsində troposfer qazları özlərinin tərtibediciləri ilə birlikdə stratosferə daxil olur. Bu deyilənlər nəticəsində stratosferdə müntəzəm olaraq su (H_2O) molekulları daxil olur. Sonra bu molekullar Günəşin ultrabənövşəyi şüalarının təsiri nəticəsində parçalanaraq HO və HO_2 -yə çevrilir. Bu proseslər eyni zamanda stratosferdə su buxarlarının miqdarını tarazlaşdırır.

İnsan fəaliyyəti nəticəsində su stratosferə düşür. Böyük raketlər (məsələn, "Atlas" qalxan müddətdə atmosferə külli miqdarda su molekulları atılır. Atmosferə düşən digər maddə metan qazıdır ki (CH_4), onun tərkibində hidrogen vardır. 70-ci illərin ortalarına kimi metanın miqdarı atmosferdə sabit olmuşdur. Belə ki, havanın hər milyon molekuluna bir metan molekulunu düşür. Hesablamalara görə il ərzində atmosferə 16-dan 200 meqatona kimi metan atılır.

Xlor dövrü. 1974-cü ildə kimyaçı alimlər F. Şervud Roulend və Mario Molinena azot və hidrogen dövrləri ilə yanaşı ozonun dağılmasında xlor dövrünün mümkünliyü barədə elmi ictimaiyyəti məlumatlandırdı. Onların tədqiqatlarına əsasən bu reaksiyalar aşağıdakı kimi gedir:



Bu reaksiyalarda xlor atomu və ClO molekulunu katalizator rolunu oynayır. Ozon O_3 və oksigen atomu məhv olur.

Müəyyən olunub ki, bu reaksiyalarda ozonun təsirindən parçalanma sürəti, azota nisbətən 6 dəfə çoxdur.

Yuxarıda qeyd olunduğu kimi xlor atmosferə freonlardan düşür. Freon molekulunu stratosferə düşdükdə onlara Günəşin UB şüalanmasının təsirindən freon molekulunu parçalanır (fotodissosiasiya). Bu dağılma prosesi aşağıdakı kimi gedir: təsir nəticəsində xlorlardan bir atom xlor ayrılır, yerdə qalan radikallar oksigen molekulları ilə oksidləşərək yeni xlor oksidi və sərbəst xlor radikalı yaradır. Beləliklə, bir freon molekullarının parçalanması təsirindən ozonun dağılma reaksiyası gedir və nəticədə iki xlorlaşdırıcı hissəcik - xlor atomu Cl və ClO molekulunu yaradır.

Xlor dövrü ozon qatı üçün ən təhlükəli hesab olunur. İnsan fəaliyyəti nəticəsində ətraf mühitə, xüsusən atmosferə külli miqdarda xlor birləşmələri atılır. Bu birləşmələr içərisində freonlar əsas rol oynayır.

Freonlar tərkibində xlor, flor və karbohidrogenlər olan birləşmədir. Bunlar 20-ci əsr soyuducu texnikasının inkişafı ilə meydana gəlmişlər. Bunlar ucuz və zərərsiz hesablandığı üçün əvvəllər istifadə edilən ammoniyakı əvəz etdi.

Sonralar freonlardan digər sahələrdə də, o cümlədən müxtəlif aerozolların, dezodorantların, lakların, insektisidlərin və s.-də tətbiq edilməyə başladı. Ən geniş yayılmış freonlar $F-11$ ($CFCl_3$) və $F-12$ (CF_2Cl_2) hesab olunurlar. Freonların çoxlu növü və tətbiq sahələri vardır.

Freonların istehsalı 20-ci əsrdə çox böyük vüsət almışdır. Təkcə 1956-1975-ci illərdə $F-11$ -in istehsalı 50 dəfədən, $F-12$ isə 20 dəfədən çox artmışdır. Bunun nəticəsində 1970-80-ci illərdə $F-11$ -in atmosferdə təbii konsentrasiyası 4, $F-12$ -nin isə 3 dəfə artmışdır.

Atmosferə xlor-tərkibli birləşmələrin atılması real təhlükə yaratdığına görə 1988-ci ildə freonların istehsalı (xüsusən $F-11$ və $F-12$) kəskin azaldılması haqqında Monreal protokolu imzalandı. Bir sıra inkişaf etmiş ölkələrdə freonun istehsalı

dayandırılrsa da, inkişaf etməkdə olan ölkələr üçün bu problem olaraq qalır.

Tədqiqatlar nəticəsində müəyyən olunub ki, tərkibində xlor olan digər birləşmələr də ozonun dağılmasına şərait yaradır. Bunlara əsasən dörd xlorlu karbon (CCl_4) və dixloreten (CH_2Cl-CH_2Cl)-dir. Bunların atmosfərə düşməsinin əsas səbəbi texnoloji itkilərlə əlaqədardır.

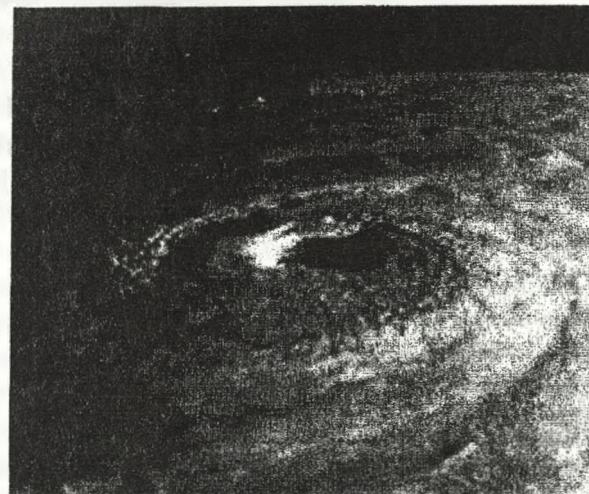
Beləliklə, göstərmək olar ki, stratosfer ozonunun üç əsas düşməni var. Bunlar yuxarıda qeyd olunan azot, hidrogen və xlorun fotokimyəvi dövrləridir.

11.4. Ozon qatının vəziyyəti

1913-cü ildə fransız fizikləri Şarl Fabri və Anri Buisson ultrabənövşəyi şüalanmanın spektroskopik ölçümlərini apararaq Yer atmosferinin yuxarı qatlarında ozon qazının olduğunu sübut etdilər. O vaxtdan bu sahədə geniş tədqiqatlar aparılmışdır. İndi məlumdur ki, ozon qatı stratosferin 12 km-dən 50 km-ə qədər hündürlükdə olan bir hissəsində Günəşin ultrabənövşəyi şüalarının təsiri ilə oksigen qazının (O_2) ionlaşması və üçüncü oksigen atomu əldə edərək ozona (O_3) çevrilməsi nəticəsində əmələ gəlmişdir. Burada ozonun qatılığı təxminən 8 ml/m^3 -dir və bu onun Günəşdən gələn təhlükəli ultrabənövşəyi şüaları udmasını və bununla da yer üzərindəki canlıları müdafiəsini təmin edir.

Ozon qatının dağılmasına səbəb olan freonların istehsalına keçən əsrin 30-cu illərində başlanmışdır və 50-ci illərdən sonra onlar əsasən soyuducuların və kondisionerlərin, həmçinin penoplastların istehsalında, elektron plataların təmizlənməsində geniş tətbiq olunmuş və qısa müddətdə onların atmosferdə miqdarı 0,3 milyard litrə çatmışdır. Tərkibində xlor və brom olan freonlar atmosferin yuxarı qatlarında ultrabənövşəyi şüaların təsiri nəticəsində parçalanır, stratosferdə ozon (O_3) qazı ilə aktiv olaraq reaksiyaya girərək

onun miqdarının azalmasına və ozon qatında dəliklərin əmələ gəlməsinə səbəb olurlar (şək. 11.1).



Şək. 11.1. Stratosferin ozon qatında əmələ gəlmiş dəliyin kosmosdan görünüşü

Stratosferdə olan ozon qatının bütün canlılara məhvedici təsir göstərən ultrabənövşəyi şüaların kosmosdan gələrək Yer səthinə düşməsinin qarşısını alması kimi mühüm rolunu nəzərə alaraq 1987-ci ilin 16 sentyabrında Kanadanın Monreal şəhərində dünyanın bir sıra ölkələri tərəfindən ozon qatını dağıdan maddələrdən istifadənin kəskin surətdə azaldılmasına dair protokol imzalandı. 1994-cü ildə BMT-nin Baş Məclisi 16 sentyabr Beynəlxalq Ozon Qatının Mühafizəsi Günü elan etdi. Monreal protokolunun bir sıra ölkələr tərəfindən imzalanması ozon qatını dağıdan freonların istehsalının azalmasına gətirib çıxardı və onları ozon qatı üçün təhlükəli olmayan hidroqlorflüorkarbonlarla (HCIFC) və hidroflüorkarbonlarla (HFC) əvəz etməyə başladılar. Lakin bu tədbir başqa bir problem yaradı, çünki sonuncular ozon qatma təsir etməsələr də, güclü istixana effektinə malikdirlər.

XII FƏSİL. SƏS-KÜY ÇİRKƏNLMƏLƏRİNİN MƏNBƏLƏRİ XARAKTERİSTİKALARI, ONLARDAN MÜHAFİZƏ ÜSUL VƏ AVADANLIQLARI

12.1. Səs-küy mənbələri

Yaranma xüsusiyyətinə görə səs-küylər müxtəlif mənşəli olurlar. Müxtəlif mənşəli küylər bir sıra göstəricilərinə görə bir-birindən fərqlənirlər. Bunların əsasən səsini gurluğu, onun tezlik spektri, davam etmə müddəti və səs mənbəyi ilə insan arasındakı məsafə aid edilir.

Əsas səs-küy mənbələri aşağıdakılardır:

1. İstehsalat səs-küyləri.
2. Nəqliyyat (yerüstü və hava) səs-küyləri.
3. Məişət səs-küyləri.

İstehsal səs-küylərini səciyyələndirən əsas amil istehsal sahəsinin tipi, orada istifadə olunan maşın və avadanlıqların texniki göstəriciləri və istehsal sahələrinin yaşayış məntəqələrindən hansı məsafədə yerləşməsindən asılı olmaqla yanaşı ərazinin relyefindən və meteoroloji şəraitdən asılı olaraq dəyişir. İstehsalat səs-küylərinin yüksəlməsinin əsas səbəblərindən biri də texniki tərəqqinin müasir dövrdə sürətli inkişafı ilə əlaqədardır.

Texniki tərəqqinin inkişafı istehsal vasitələrinə, istehlak məhsullarına, maddi-məişət mallarına olan tələbatın ödənilməsinə təmin etmək üçün geniş imkanlar yaradır, təbii sərvətlərdən, xüsusilə mineral xammal ehtiyatlarından istifadəni sürətləndirir. Bununla belə texniki tərəqqi nəticəsində təbiətə, onun sərvətlərinə antropogen, texnogen təsirlər güclənir, ətraf təbii mühit çirklənir, ekoloji inkişafda, bioloji dövrandə gedən qarşılıqlı əlaqədar inkişaf pozulur bu və ya digər rayonlarda ekoloji böhran yaranır.

Qeyd olunan təsirlər içərisində səs-küy təsirləri xüsusi yer tutur. Texniki tərəqqinin istehsal sahələrində və onun ətrafında səs-küyün formalaşmasında əsas rolunu istehsalın genişlənməsi

ilə yanaşı yeni avadanlıqlardan istifadə əlavə səs-küy mənbəyi yaradır.

Müasir texnikaya, elmi texniki vasitələrə əsaslanan su və hava təmizləyicisi qurğuların, təkrar xammal emal edici sexlərin, müəssisələrin fəaliyyətini ekoloji iqtisadi cəhətdən əsaslandırmadan mənfi əqibətlərə qarşı mübarizə səmərəsizdir. Təbiətdən, onun sərvətlərindən səmərəli kompleks istifadə etməyi, ekoloji müvazinəti saxlamaq, ətalətli mühitdə çirkləndirmənin qarşısını almaq məqsədi ilə təbiəti tənəzzürə uğradan istehlak təmayülünü aradan qaldırmaq, az tullantılı, tullantısız, emal proseslərinin tətbiqini tələb edir. Fikrimizcə bunun üçün aşağıdakı texnoloji, iqtisadi, ekoloji məsələlər həll edilməlidir.

İnsanları narahat edən səs-küy əsasən iri sənaye şəhərlərində yaranan səs-küylərdir. Şəhər səs-küyünün yaranmasında əsas rolunu sənaye sahələri oynayır. Bunların içərisində xüsusi qeydə alınanları energetik qurğulardır. Onların ətraf mühitdə yaratdığı səs-küyün səviyyəsi 100-110 dB həddində olur. Bundan sonrakı yerləri kompressor stansiyaları yaratdıqları səs-küyün səviyyəsi 100 dB-ə yaxın olur. Əsas səs-küy mənbələrindən biri metallurgiya zavodlarıdır. Bunlar şəhər mühitində 90-100 dB səviyyəsində səs-küy yaradırlar. Bakı şəhərinin təmsalında bu səs-küy mənbələrinə daha böyük yer verilməlidir. Çünki bu müəssisələr yaradılarkən onlar o vaxtlar əsasən şəhərin kənarında və yaxud əhalinin çox az məskunlaşdığı ərazilərdə tikilirdi. Son 50 ildə Bakı şəhərində əhalinin çox sürətlə artması nəticəsində mülki tikintinin intensivliyi olduqca genişləndiyindən qeyd olunan müəssisələrin əksəriyyəti yaşayış binalarının arasında qalmışdır. Bu isə onların insan sağlamlığına təsirinin dərəcəsini xeyli yüksəltmişdir.

Şəhər mühitində səs-küyün yaranma mənbələrindən biri də şəhər nəqliyyatıdır. Müəyyən olunmuşdur ki, müxtəlif nəqliyyat növlərinin yaratdığı səs-küyün səviyyəsi müxtəlif hədd

daxilində dəyişir. Tədqiqatlar nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, minik avtomobillərində 8 m məsafədə səs-küyün səviyyəsi 77 dB, həmin məsafədə yük maşınları və avtobusların yaratdığı səs-küyün səviyyəsi 78-83 dB arasında dəyişir. Əgər deyilənlərə əlavə səs-küy mənbəyi kimi dəmir yolu nəqliyyatını (yaratdığı səs-küy 20 m məsafədə 90-100 dB təşkil edir) və hava nəqliyyatında əlavə etsək (bu təsirdən yaranan səs-küyün səviyyəsi 98-105 dB arasında dəyişir). Şəhər mühitində mövcud səs-küyün səviyyəsinin qəbul olunması sanitariya normalardan (30-40 dB) çox yüksək olması sübut olunmuş olar.

Beləliklə, Azərbaycanda şəhər əhalisinin yarısından çoxu bu və ya digər dərəcədə insan sağlamlığına ciddi təsir göstərən səs-küylərə məruz qalırlar. Bakı şəhəri üzrə əhalinin 50%-dən çoxu buraxıla bilən səs-küy səviyyəsindən yuxarı intensivlikli səs-küyün təsirinə məruz qalırlar. Bakı şəhəri üçün bu səviyyənin qiyməti son illər 55-60 dB-ə çatmışdır. Magistral avtomobil yollarında hərəkətin intensivliyindən asılı olaraq (saatda 4-6 min maşın) səs-küyün intensivliyi 70-80 dB-ə bəzi hallarda isə 90 dB-ə çatır. Avtomobil nəqliyyatının təsirindən səs-küyün artmasının bir səbəbi də son vaxtlar iri şəhərlərdə avtomobil tıxaclarının mütəmadi yaranmasıdır. Səh. 12.1-də səs mənbələri və onların yaratdıqları səs-küyün intensivliyi göstərilmişdir.

Çoxsaylı tədqiqatlar nəticəsində aydın olmuşdur ki, səs-küyün normal fizioloji həddi (buna bəzən buraxıla bilən hədd də deyilir) gecə müddətində 45dB gündüz isə 60dB-dir. Əgər səs-küyün miqdarı 70-80 dB-ə çatırsa insan yorğunluq hiss etməyə başlayır. Səs-küyün intensivliyi 85-110dB arasında olduqda artıq insan üçün təhlükə yaradır. Səs-küy səviyyəsi 120-140 dB olduqda insanın eşitmə orqanı zədələnir, bəzi hallarda isə (insanın fizioloji durumundan asılı olaraq) tamamilə öz funksiyasını itirmiş olur. Bu səbəblərdən böyük şəhərlərdə səs-küyün yüksək səviyyəsi ürək-damar, əsəb

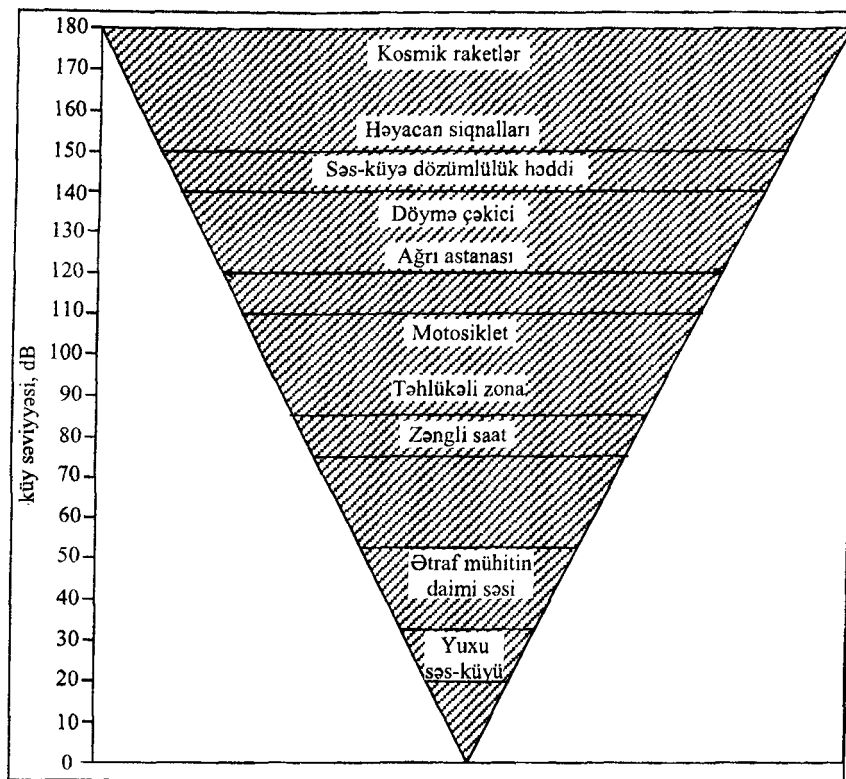
xəstəliklərinin artmasına gətirib çıxarmışdır. Heç təsadüfi deyil ki, BMT ətraf mühitin fiziki çirklənməsi hesab olunan səs-küy çirklənmələrini müasir dövrün əsas ekoloji problemlərindən biri kimi qiymətləndirmişdir.

İnsan tezliyi 20 Hersdən (Hers, 1 saniyədəki rəqslər sayıdır) 20000 Hs-ə kimi olan səsləri qəbul edə bilər. Qəbul edilən signalın intensivliyi 0-120 dB intervalındadır. 120 dB insan qulağında ağrılar yaradır. Adi danışq 250-10000 Hs tezliyində aparılır, onun intensivliyi isə 30-40 dB təşkil edir. Yerdən qalxan reaktiv təyyarənin səs-küyü 160 dB-dən yuxarı ola bilər. Səsin insan orqanizminə təsiri onun tezliyindən və gurluğundan asılı olur.

İnsan tərəfindən qəbul edilən səs gurluğunun vahidi tondur. 1 ton səs gurluğu – intensivliyi 40 dB, tezliyi isə 1000 Hs olan signala uyğundur. İntensivliyi 40 dB olan, tezliyi 5000 Hs olan səsin gurluğu 2 tona bərabər götürülür. Bu şkala üzrə 50 tondan yuxarı istənilən tezlikli səslər orqanizm üçün zərərli hesab olunur. Adətən insanlar səsin gurluğu 35-40 dB-dən yuxarı olduqda şikayətlənirlər. Bu qiymət 50 dB-ə çatdıqda isə inzibati orqanlar tərəfindən tədbirlər görülməlidir.

Səs-küylə mübarizədə çətinlik törədən əsas səbəblərdən biri səsin kompleks şəkildə qiymətləndirilməsidir. Səslərin spektri bir neçə oktav təşkil etdiyindən, onlar insanları daha çox əsəbiləşdirir.

Müəyyən olunmuşdur ki, iri şəhərlərdə səs-küyün intensivliyini miqdarını azaltmaq üçün əsas vasitələrdən biri yaşıllıqların artırılmasıdır. Yolların kənarında əkilmiş ağaclar səsin gurluğunu 10 dəfəyə kimi azaldır. Ağaclar bir tərəfdən səsi udur, digər tərəfdən isə onun istiqamətin dəyişib səpələyirlər.



Şəkil 12.1. Səs-küy mənbələri və onların insan orqanizminə təsiri sxemi

Müasir həyatın indiki mürəkkəb vəziyyətində ekologiyanın digər sahələrində olduğu kimi, səs-küylə mübarizədə də hər hansı dəqiq göstəriş, yaxud məsləhət vermək mümkün deyil. Səslər insanın həyatı ilə qırılmaz surətdə bağlıdır. Təbii (quşların oxuması, suların şırıltısı, meşələrin özünə məxsus səsi) və insan tərəfindən yaradılan bəzi səslər (musiqi) insan orqanizmi üçün faydalı və lazımlıdır.

Başqa sahələrdə olduğu kimi, burada da səsin buraxıla bilən həddi var və həddən artıq qiyməti zərərliyə. Bunun

qarşısının alınmasında və həlli yollarında hal-hazırda iki mühüm maneə mövcuddur.

1). Əhalinin mövcud təhlükə barəsində məlumatın olmaması;

2) İqtisadi gəlir götürmək üzündən lazımi əməliyyatların ləng surətdə həyata keçirilməsi, yaxud, ümumiyyətlə keçirilməməsidir. Məsələn, təyyarə gurultularından qorunmaq üçün aşağıda göstərilən iki əsas şərt yerinə yetirilməlidir.

1. Texniki imkanlar həddində səs mənbələrinin gücünü zəiflətmək. Bu sahədə Qərbi Avropa ölkələrində və ABŞ-da ciddi işlər aparılmış və təyyarə mühərriklərinin yaratdığı gurultunun intensivliyi xeyli azaldılmış və müəyyən normativlər müəyyənləşdirilmişdir. Göstərilən ölkələr bu normativlərə cavab verməyən digər ölkələrin təyyarələrini öz hava fəzasına buraxmırlar. Məsələn, 2002-ci il aprel 1-dən etibarən Rusiyada istifadə olunan əksər tip təyyarələrin bu ölkələrə buraxılmaması haqqında verilən qərar buna parlaq misaldır.

2. Aeroportlar ətrafında 15 km-lik zonada yaşayış evlərinin və sənaye müəssisələrinin tikintisi qəti surətdə qadağan olunmalıdır.

Aeroportlar ətrafında yaşıl zolaq və meşələrin yaradılması nəinki səs-küyün udulmasına və eyni zamanda, bunun nəticəsində havanın təmizlənməsinə şərait yaradardı.

Aşağıdakı cədvəldə yaşayış sahələri və ictimai binalarda səs-küyün buraxıla bilən həddi göstərilmişdir (cədv. 12.1).

Yaşayış sahələri və ictimai binalarda səs-küyün buraxıla bilən həddi

Cədvəl

12.1

Adı	Saa t	Səs təzyiqinin ölçüldüyü tezliklər, Hz												
		6 3	12 5	25 0	50 0	100 0	200 0	400 0	800 0					
Xəstəxana və sanatoriya	7- 23	5 9	48 39	40 31	34 24	30 20		25 14	23 16	2 1	3 5	5 0		

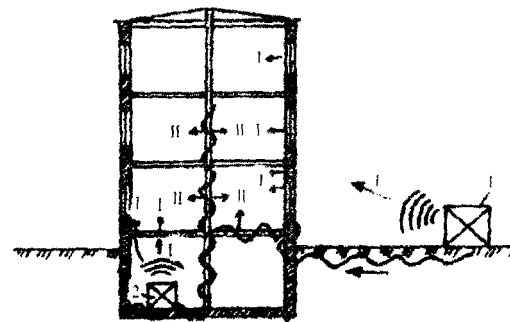
n palataları	23-7	51								20	25	40
Sınıf otaqları və auditoriyalar	-	63	32	45	39	35	32	30	28	40	45	55
Mənzillərdə yaşayış otaqları	7-23-7	63-5	5244	4535	3925	3524	3222	3020	2818	4003	4505	5645
Məhmanxana otaqları, yataqları	7-23-7	63-5	5748	4940	4424	4030	3729	3525	3323	3054	2735	6000
Kafe, restoranlar	-	75	66	59	54	50	47	45	43	55	40	70
Ticarət zalları	-	79	70	63	58	55	52	50	48	60	55	75
Evlərin ətrafında istirahət meydançıları	-	67	57	49	44	40	37	35	33	45	50	60

12.2. Səs-küy mənbələrindən onların yayılma yollarının təyini

Səs-küydən mühafizə vasitələrinin hazırlanması üçün ilk növbədə onun növü müəyyənləşdirilməlidir. İki cür səs-küy mövcuddur – hava və struktur tipli. Hava səs-küyü səs mənbəyindən ətrafa hava vasitəsi ilə yayılır. Struktur səs-küyü isə rəqs edən konstruksiyaaların səthləri vasitəsi ilə şüalandırılır ki, bunların da tezliyi 20-20000 Hs arasında dəyişir. Şəkil 12.2-də binanın xaricində və daxilində olan səs-küy mənbələrindən hava və struktur mənşəli səs-küyün binaya daxil olma yolları göstərilmişdir.

Xarici mənbəyi olan I səs-küyü binanın içərisində olan pəncərədən və az miqdarda divardan daxil olur. Struktur mənşəli səs-küy binaya əsasən özüləndən və su, isitmə boruları vasitəsi ilə daxil olur. Daxili mənbədən olan 2 hava mənşəli

səs-küylər otaqda hava ötürücülərindən, divarlardan, divarda olan deşik və yarıqlardan daxil olur. Struktur mənşəli səs-küylər isə otağa özül, havadəyişən qurğular və s. vasitəsi ilə ötürülür.



Şəkil 12.2. Səs-küyün nüfuzetmə yolları:

- I. - hava səs-küyü
- II. - struktur səs-küyü,
- 1, 2 - səs-küy və vibrasiya mənbəyi.

İstismar olunan avadanlıqlardan yaranan səs-küylərin azaldılması üçün həyata keçirilməli olan tədbirlərin əsasını yuxarıda adları çəkilən parametrlərin (səs təzyiqinin səviyyəsi, ekvivalent səviyyə və maksimal səviyyə) əsasında müəyyənləşdirilir. Hər hansı layihələndirilən obyektlər üçün tədbirlərin hazırlanması akustik hesablama əsasında aparılmalıdır.

Akustik hesablamalara aşağıdakı göstəricilər daxil edilməlidir:

1. Səs-küy mənbələrinin müəyyənləşdirilməsi və onların xarakteristikalarının təyini;
2. Akustik hesablar üçün hesablama nöqtələrinin (HM) seçilməsi və onlar üçün buraxıla bilən səviyyənin (BBS) təyini;
3. Səsin aşağı salınması üzrə həyata keçirilməli olan tədbirlərin tətbiqindən qabaq gözlənilən buraxıla bilən səviyyənin (BBS) təyini;

4. BBS tələb olunan aşağı salınma həddi;
5. BBS tələb olunan səviyyəyə salınması üçün tədbirlərin seçilməsi;
6. Səs-küy uducu qurğuların (söndürücülər, ekranlar, səsuducu qatlar və s.) hesablanması və layihələndirilməsi.

12.3. Səs-küy mənbələrinin xarakteristikaları

Fiziki xüsusiyyətlərindən asılı olan səs-küylər aşağıdakı qruplara bölünür:

- Maşın və avadanlıqların titrəməsi (vibrasiya) nəticəsində yaranan mexaniki mənşəli səs-küylər;
- Qazlarda gedən proseslər (burulğanlı proseslər, kürəklərin fırlanması nəticəsində işçi mühitdə yaranan rəqslənmə, havada böyük sürətlə hərəkət zamanı təzyiqin dəyişməsi, sıxılmış hava və ya buxarın atmosfərə çıxması) nəticəsində aerodinamik mənşəli səs-küylər;
- Elektrik maşınlarının elementlərinin (rotor, startor, nüvə, transformator və s.) rəqsləri nəticəsində yaranan elektromaqnit mənşəli səs-küylər;
- Mayelərdə gedən proseslər (hidravlik zərbələr, axınların burulğanlığı və s.) nəticəsində yaranan hidrodinamik mənşəli səs-küylər.

Bir qayda olaraq istismar mühitində səs-küyün hansı mənbəyin hesabına yaranmasını təyin etmək mümkündür. Məsələn, əgər yaşayış evinə yaxında işləyən kompressorun və yaxud havadəyişdiricinin səs-küyü daxil olursa, bu qurğuların növbə ilə ardıcıl söndürülməsindən asılı olaraq səs-küyün miqdarını müəyyənləşdirmək olar.

Akustik hesabatın, yəni qiymətləndirilməsinin aparılması üçün ilk növbədə maşın və ya qurğunun səs-küy xarakteristikası təyin olunmalıdır. Bu xarakteristikalar aşağıdakılardır:

- səs gücünün səviyyəsi (SGS)

$$L_p = 10 \lg P/P_0$$

burada P - mənbəyin səs gücü, Vt ; P_0 mənbəyin - 10^{-12} Vt -a bərabər olan ilkin gücü.

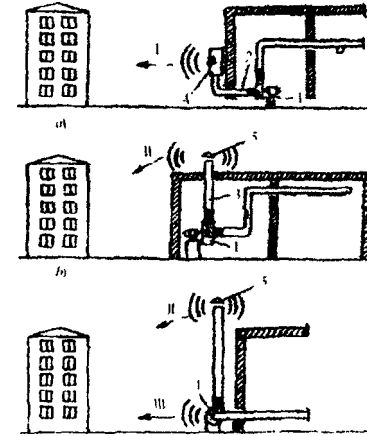
Səsin şüalanma istiqamətinin göstəricisi aşağıdakı kimi hesablanır

$$G = 10 \lg F$$

burada F - şüalanma selidir.

Göstərilən xarakteristikalar qurğunu hazırlayan zavod tərəfindən həyata keçirilir.

Havadəyişdirici qurğular. Sənaye müəssisələrinin havadəyişdiricilərinin yaratdığı səs-küy şəkl. 12.3-də göstərdiyi kimi müxtəlif yollarla yayılır: a-havaturucular vasitəsi ilə (I yol); b-tullayıcı qurğuların vasitəsi ilə (II yol); c-havadəyişdiricinin gövdəsi vasitəsi ilə (III yol); səs-küyün digər yayılma yolu şüalanma prosesi ilə ola bilər (şəkl. 12.3).



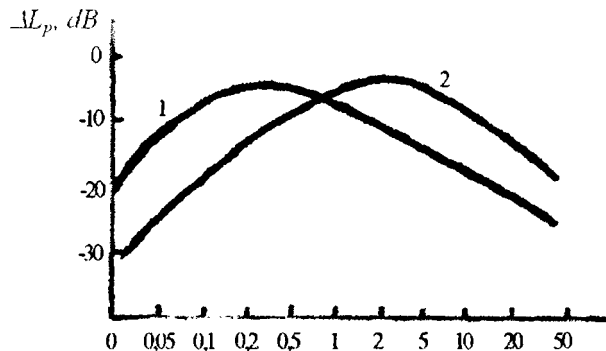
Şəkil 12.3 Havadəyişdirici qurğuların səs-küyünün əsas yayılma yolları

Kompressor stansiyaları. Stasionar kompressor stansiyaları işləyərkən yaranan səs-küyün ətraf mühitə yayılması sorucu və buraxıcı hava boruları, hərəkət edən stansiyalarda iş

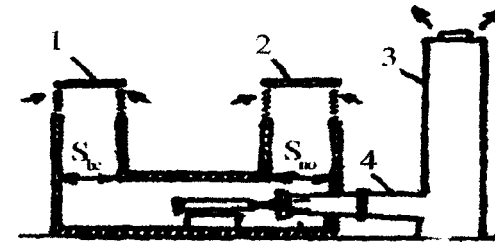
bunlara əlavə olaraq elektrik mühərriklərinin yaratdığı səs-küy də əlavə olunur. Qeyd etmək lazımdır ki, hava dəyişdiricilərlə yanaşı kompressor stansiyaları ən geniş yayılmış səs-küy mənbələridir. SGS qurğu kompressorun texniki göstəricilərindən asılı olaraq xüsusi məlumat kitablarından götürülür.

Qaz axınları. Ətraf mühitə səs-küyün yayılmasında reaktiv mühərriklərin iş rejimlərinin yoxlanılması zamanı yaranan səs-küy böyük təsir göstərir. Bu halda səs-küy mənbəyi böyük sürətlə havaya buraxılan qaz axınıdır. Bu mənbədə səs-küyün səviyyəsi əsasən qaz axınının sürətindən və qazı kürədən çıxdığı yerdə axının sıxlığından asılı olur.

Mühərriklər yoxlanılarkən səs-küy güc spektri şəkl. 12.4-də göstərilən qanunauyğunluqla dəyişir, şəkl. 12.5-də mühərriklərin yoxlanılması zamanı səs-küyün ətraf mühitə yayılması yolları göstərilmişdir.



Şəkl. 12.4. Səs-küyün səs gücünün nisbi spektri.
1- hava selinin; 2- boksda şüalandırılan;



Şəkl. 12.5 Ətraf mühitə şüalanən səs-küyün hesablama üsulu

Hesabat nöqtələrinin seçilməsi və buraxıla bilən səs-küyün səviyyəsinin təyini. Səs-küy şüalandırən səs mənbələrinin akustik hesabatlara yaxınlıqdakı yaşayış evlərinin pəncərə müstəvisi səviyyəsindən 2 metr məsafədə olan nöqtə seçilir. Mikrorayonlarda, istirahət evlərin, xəstəxanaların, digər məntəqələrin, uşaq bağçalarında hesablama nöqtəsi kimi ərazinin sərhəddindən 2 m - enində, yerdən 1,2 m hündürlükdə götürülür.

Akustik hesablamalarda səs-küyün buraxıla bilən həddi (L_{bi} həd) təyin edilməsi, hesablama nöqtəsində təzyiq aşağıdakı kimi hesablanır:

$$L_{bi} = L_n + \sum_{i=1}^n \Delta_i$$

burada L_n -cədvələ görə müəyyənləşdirilmiş səs təzyiqinin səviyyəsidir. $\sum \Delta_i$ -müxtəlif təsirlərin cəmidir.

12.4. Səs-küyün normalaşdırılması

Ətraf mühitin səs-küydən mühafizə problemini uğurla həll etmək üçün səs-küyün buraxıla bilən səviyyəsi təyin olunmalıdır.

Daimi səs-küyün normalaşdırılan parametri kimi səs təzyiqi səviyyəsi (STS)-dir. 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hz tezliklərdə orta həndəsi qiyməti qeyri sabit səs-küyünə səs ekvivalent səviyyəsi kimi götürülür və dB-lə ölçülür.

Səsin ekvivalent səviyyəsini xüsusi səs-küy ölçənlə və yaxud 0,5 saat ərzində aparılmış ölçmələr əsasında hesablanır. Səsin səviyyəsi müntəzəm olaraq qeydə alınır, yaxud hər 5 saniyədəki bir qiymət götürülərək hesabat aparılır. Ölçülmüş səviyyələr 5 dB-n diapozonu ilə siniflərə ayrılır. Hər bir sinif təzyiqinin L_i orta qiyməti ilə səciyyələndirilir. Məsələn, $L_i = 40$ dB sinifinə 38 dB-dən 42 dB-ə kimi bütün ölçülmüş səviyyələr aid olunur.

Ekvivalent səviyyə aşağıdakı formula üzrə hesablanır

$$L_{aiv} = 10 \lg \left(\frac{1}{100} \sum_{i=1}^{10} t_i \cdot 10^{0,1 L_i} \right),$$

burada L_i - I sinfə aid olan səs səviyyəsi, dB- i, t_i - L_i sinif səs ölçmə zamanından faizə təsir qiymətidir.

Aşağıdakı cədvəldə (cədv. 12.2) bəzi nəqliyyat vasitələrinin yaratdığı səs-küyün səviyyəsi göstərilmişdir.

Bəzi nəqliyyat vasitələrinin yaratdığı səs-küyün səviyyəsi
Cədvəl 12.2

Nəqliyyat vasitəsinin növü	Səsin səviyyəsi, dB
Minik və yük avtomobilləri	77
Avtobuslar, (kütləsi 3500 kq) mühərrikin gücü 150 kvt-dək	80
150 kvt-dan çox	83
Müxtəlif ölçülü motosikletlər və mopedlər üçün həcmi 80-dən 350 sm ³ -a kimi	81-85

12.5. Gözlənilən səs təzyiq səviyyəsinin (STS) təyini

Məlum səs mənbələrinin hesablama nöqtələrində STS hesablanması üçün mənbələrin bir-birinə təsir xüsusiyyəti, yəni onların qarşılıqlı yerləşmə münasibətləri məlum olmalıdır. Səs mənbəyi istehsal müəssisələrində açıq fəzada şəhər və ya müəssisənin tikinti sahələrində, aeroqazodinamik qurğuların kanallarında, hesabat nöqtələri isə ictimai və yaşayış binalarının yaxınlığında ola bilər. Səs təzyiqinin qiyməti L olduğu STS aşağıdakı ilə ifadə olunur.

$$L_1 = L + 10 \lg \frac{\rho_0 c_0}{\rho_c} = L + \Delta L_a$$

burada $\rho_0 c_0$ - havanın xüsusi akustik müqavimətidir. Normal atmosfer şəraitində ($T = 293$ K və $\rho_{st} = 1034_g P_a$) qiyməti 410 N_c/m^3 -dir; ρ_c - baxılan şəraitdə havanın akustik müqavimətidir. (ρ - havanın sıxlığı, kq/m³; c - havadakı səs sürətidir, m/san); ΔL_a - atmosfer şəraitinə əlavələrdir.

Əgər real şərait normal atmosfer şəraitinə uyğun olarsa

$$L_1 = L$$

olar.

İlkin olaraq fərz edək ki, baxılan hesablama nöqtəsindən səs ətraf mühitə ümumi qanunauyğunluqla yayılır və bu nöqtədə səs gücü P -dir. Bu baxılan nöqtə üçün səs intensivliyi aşağıdakı formula ilə hesablanır:

$$I = \frac{P\Phi}{Sk},$$

burada P -səsin mənbədəki gücüdür, V_t -lə ölçülür; Φ -səsin şüalanma istiqamətindən asılı olan əmsəlidir; k -səsin havada və digər maneələr vəsaiti ilə udulmasını xarakterizə edən əmsəldir; S -səs enerjisinin yaradıcı sahəsidir və aşağıdakı kimi təyin olunur

$$S = \sigma q^2$$

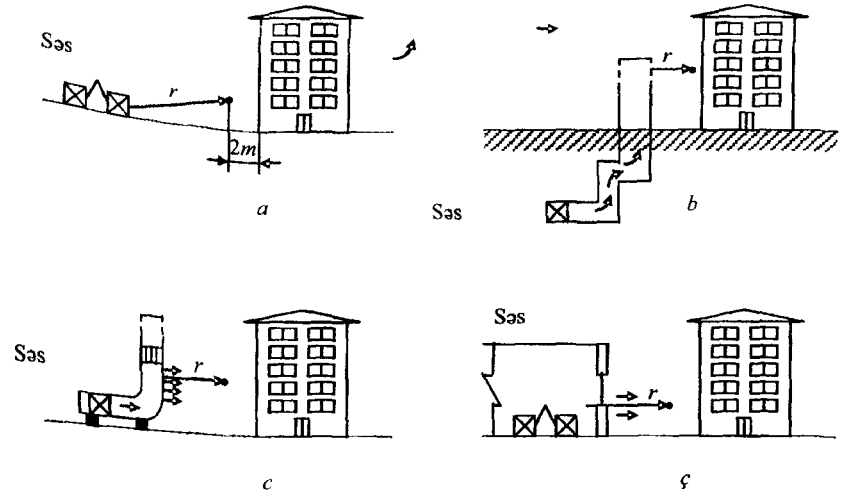
burada σ - səs şüalanmasının fəza bucağıdır. Bu bucağın qiyməti səs mənbəyi fəzada olduqda 4π -yə, yer səthində olduqda 2π -yə, müstəvi bucaqlar yaradan binaların arasında olduqda π -yə bərabər olur. Səs mənbələrin yaşayış binalarının ətrafında yerləşmə növləri və hesablama nöqtələrin seçilməsi qaydaları şək. 1.6-da göstərilmişdir.

Havasorucu borularda, borunun en kəsiyinin sahəsinin kəskin dəyişməsi nəticəsində səs təzyiqinin səviyyəsi aşağı düşür. Aşağı düşənin qiyməti borunun en kəsiklərinin sahəsinin nisbətindən asılı olur. Səs təzyiqinin azalmasının əsas səbəbi səs dalğalarının bir hissəsinin boru vasitəsi ilə səs mənbəyinə qayıtmasıdır.

İndi isə bəzi konkret hallar üçün səs-küy mənbəyindən səsin yayılma xüsusiyyətini nəzərdən keçirək.

Birinci halda əgər səs mənbəyi yer səthinin üzərindədirsə (Şək. 12.6 a) səs-küy bu mənbədən bütün ətrafa eyni intensivliklə yayılır və onun bir hissəsi şəkildə göstərilən yolla binaya daxil olur.

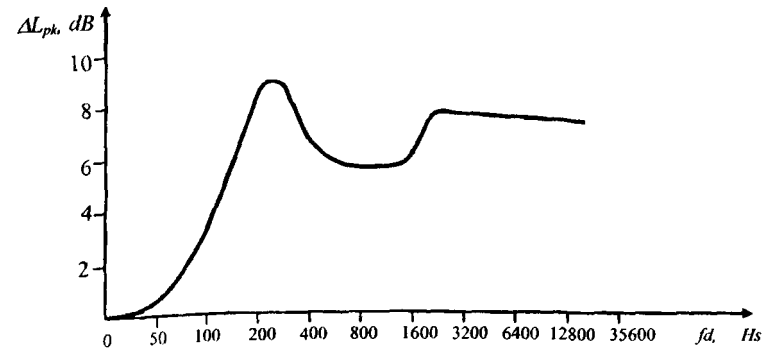
Əgər səs mənbəyi aerodinamik xüsusiyyətə malikdirsə, işçi nöqtədə səs-küyün intensivliyi havadəyişdirici boruların konstruksiyasından, onların giriş və çıxış diametrindən (Şək. 12.6 a, b, c) asılı olacaqdır. Əgər səs-küy mənbəyi xüsusi bağlı binada yerləşirsə (Şək. 12.6 ç) işçi nöqtədə səsin hesablanma xüsusiyyəti başqa göstəricilərdən asılı olacaq. Bu ilk növbədə səs mənbəyinin gücündən binanın səs udma və izoləetmə qabiliyyətindən və səs-küy şüalanmasının istiqamətindən asılı olacaq. Əgər havadəyişdirici borular xüsusi döngələrə malikdirsə, səs-küyün bir hissəsi bu döngələrdə əks olunacaq yenidən mənbəyə qaydır. Əgər bu döngələr düzbucaqlı formasında olarsa səs-küyün intensivliyinin azalması (şək. 12.6. c)-də göstərilədiyi kimi dəyişəcək.



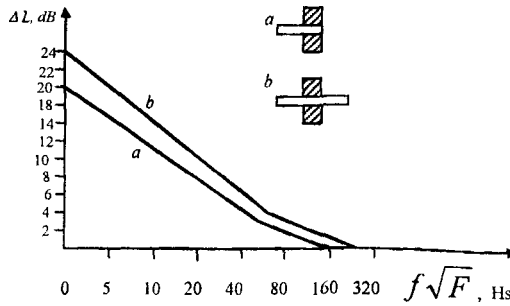
Şək. 12.6. Ətraf mühitə şüalanan səs-küyün hesablama sxemi

Qeyd olunan səbəbdən səs-küyün azalmasının qiyməti 1-dən 3 dB-ə kimi ola bilər.

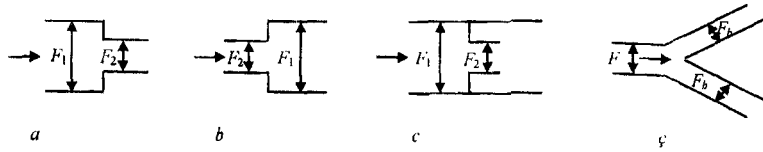
Əgər səs-küy dalğaları borunun açıq tərəfindən əks olunursa (şək. 12.6 ç) onun intensivliyinin zəifləmə qiyməti borunun çıxışının en kəsiyinin sahəsindən asılı olur və onun qiyməti göstərilən qrafik (şək. 12.7-12.8) üzrə təyin olunur. zaman digər mənbələrin təsiri müvəqqəti ləğv edilir.



Şək. 12.7. Düzbucaqlı döngələrdə səs-küyün aşağı düşməsinin təyini üçün qrafik



Şək. 12.8 Sonu açıq olan hava borularında səs-küyün əks olunmasının aşağı düşməsinin təyini üçün qrafik (a, b)



Şək. 12.9 Kanalların elementləri: a, b-kanalın daralması və enləməsi; c- kanalda daxili arakəsmələr; ç- kanalın budaqlanması

Səs-küyün ətraf mühitdə paylanmasına təsir göstərən amillərdən biri də hava vuran boruların diametrinin kəskin dəyişməsi (artması və yaxud azalması) və bəzi hallarda onun budaqlanmasıdır (şək. 12.9 a, b, c, ç).

Yaşayış və inzibati binalara səs-küyün daxil olma yollarından biri də divarlardan səsin içəri keçməsidir. Burada əsas rolunu tikintidə istifadə olunan metal konstruksiyalar oynayır. Belə səs-küy əsasən mühərriklərin sınaqdan keçirilməsi zamanı yaranır. Bir çox hallarda hesablama nöqtəsinə bir yox, bir neçə mənbədən səs şüalanması düşür. Belə hallarda hesablamalar və ölçmələr ayrı-ayrı mənbələr üçün hesablanır. Ölçü aparılan

Səs-küyün ətraf mühitə təsirini azaltmaq üçün aşağıdakı tədbirlər görülməlidir.

1. Səs-küy mənbəyinin gücünün azaldılması. Bu və ya digər texniki qurğunun daha mükəmməl və daha az səs yaranan

qurğu ilə əvəz olunması, onun iş rejiminin düzgün tənzim olunması və s. məsələn, havadəyişdiricilər seçilərkən çalışmaq lazımdır ki, onların f.i.ə. maksimum olsun; sıxılmış havanın ötürülməsi müəyyən zaman müddəti ərzində həyata keçirilsin.

2. Səs-küy mənbəyinin hesablama aparılan nöqtəyə görə elə seçilməlidir ki, istiqamətlənmə əmsalından asılı olaraq səs-küy nisbətən az olsun.

3. Səs-küy mənbəyinin yaşayış sahələrindən mümkün qədər uzaqda yerləşdirilməsi.

4. Səs-küyün paylanması istiqamətində onun səviyyəsinin süni surətdə azaldılması üçün səs mənbələrinin yerləşdiyi binalarda xüsusi izolyatorlardan, səsütücü xüsusi konstruksiyalardan istifadə olunması və s.

5. Səs-küyün azaldılması üçün maşın və avadanlıqların müntəzəm təmirinin aparılması hərəkət edən hissələrin yağlanması, səs borusu qurğuların təmizlənməsi, böyük səs-küy yaranan maşın və avadanlıqlardan istifadənin məhdudlaşdırılması və s.

12.6. Səsin udulması və səs izolyasiyası

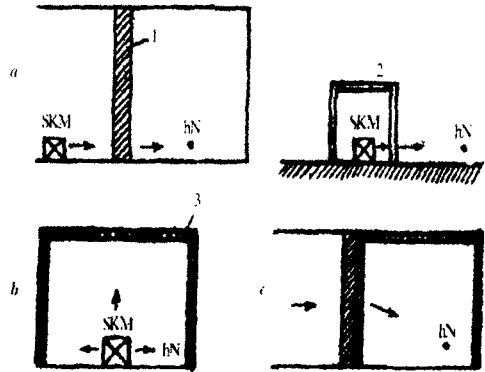
Səsin udulması və onun izolyasiyası eyni məfhum kimi səslənsədə onlar arasında prinsipial fərqlər mövcuddur və səs-küylə mübarizədə təcrübə məsələlərin həllində nəzərə alınmalıdır.

Səs izolyasiyası konstruksiyalarının əsas məqsədi - binaya səs dalğalarının nüfuz etmə qabiliyyətini azaltmaqdan ibarətdir - səs, səsuducu konstruksiyalar isə səs mənbəyinin yerləşdiyi binada və mühafizəsi təşkil olunan binalarda səsin udulmasının həyata keçirilməsidir (şək. 12.9). Bu və ya digər səsi izolə edən materiallar və konstruksiyaların funksiyası səs-küyün mümkün qədər səs-küy mənbəyindən ətraf mühitə yayılmasının qarşısının alınması və bununla yaşayış və digər ictimai binalara düşə bilən səsin intensivliyini azaltmaqdır. Bu konstruksiyaların akustik effektivliyi onların öz səthlərin səs dalğalarını əks

etdirmək xüsusiyyəti ilə səciyyələnir. Səs-küy mənbəyindən (SKM) şüalanan enerjinin çox hissəsi bu konstruksiyalardan (əsasən beton, kərpic, polad) əks olunaraq istiqamətini dəyişir. İstiqamətin kəskin və təkrar dəyişməsi tədricən şüalanan səs-küyün intensivliyini azaldır (şək. 12.b).

Səsuducu material və konstruksiyaların əsas funksiyası səs mənbəinin özündə və səsdən mühafizə olunan obyektə səs-küyün miqdarını azaltmaqdan ibarətdir (şək. 12.9). Bütün materiallar bu və ya digər dərəcədə səs-küyüdürlər. Lakin o materiallar səs-küy uducularına aid edilir ki, onların səsudma əmsalı (L) 0,3-dən böyük olsun, səsudma əmsalı dedikdə udulan səs intensivliyinin (I_{ud}), düşən səs intensivliyinə nisbətində ($I_{düş}$) deyilir.

$$\text{Yəni } d = \frac{I_{ud}}{I_{düş}}.$$



Şək. 12.9 Səs izolyasiyası və səsuducu vasitələr:

1 - səsizoləedici maneələr; 2 - səsizoləedici qılaf; 3 - səsuducu döşəmələr

İntensivliyin qiyməti V_t -la ölçülür. Səsuducu materialların izoləedici materiallardan əsas fərqi odur ki, bu vasitələr

məsaməli materiallardan hazırlanır. Məsaməli material kimi müxtəlif təbii və süni liflərdən istifadə olunur. Səsin udulma prosesində səs-küyün enerjisi istilik enerjisinə çevrilir. Belə ki, səsuducu konstruksiyanın üzərinə düşən səs dalğaları, məsamələrdəki havanı rəqsləndirir, bu rəqslənmələr məsamələrlə sürtünmə nəticəsində istiliyə çevrilir. Ətraf mühit şəraitində səs-küy dalğalarının enerjisi çox böyük olmadığından səs-küy enerjisi bütövlükdə udulduqda belə konstruksiyanın temperaturu çox az dəyişir.

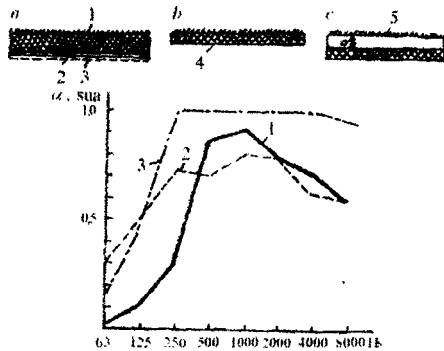
İzolə olunmuş binalarda səsin azaldılması üçün izoləedici materiallardan istifadə etmək daha əlverişlidir. Bu üsuldən istifadə etməklə, tətbiq edilən konstruksiyanın tipindən asılı olaraq səs-küyün səviyyəsini 20-50 dB-ə kimi zəiflətmək olar. Əgər həmin binalarda səsin azaldılması üçün uduucu materiallardan istifadə olunarsa səs-küyü ancaq 5-8 dB səviyyəsində zəiflətmək olur. Bəzən hər iki üsuldən eyni zamanda istifadə etmək lazım gəlir.

12.7. Səsuducu vasitələr

Bu vasitələr binaların akustik xüsusiyyətlərini yaxşılaşdırmaq məqsədi ilə istifadə olunur. Əks olunan səs dalğalarının intensivliyini azaltmaq məqsədi ilə həmin məmulatların içərisi səsuducu təbəqələrlə doldurulur. Bu üsulun tətbiqi ilə yaşayış sahələrində orta və yüksək tezliklərdə səs-küyün səviyyəsini 7-12 dB-ə kimi zəiflətmək mümkündür.

Səsuducu təbəqələrin konstruksiyası seçilərkən, onlar səsi udma xüsusiyyəti ilə yanaşı, istehsal sahələrində mövcud olan mühitə qarşı dözümlü olmalı, titrəmələrə və tozlara qarşı dayanıqlı olmalıdır.

Şək. 12.10-da təbəqə tipli səsuducunun konstruktiv sxemi göstərilmişdir.



Şək. 12.10. Səsuducu döşəmələrin konstruksiyaları

Burada: 1-yumşaq səsuducu material; 2-şüşə parçadan hazırlanan müdafiə qatı; 3-perforasiya olunmuş təbəqə (şək. 12.10 a)

Bəzi hallarda 4-akustik materialdan hazırlanmış təbəqə; 5-tikinti konstruksiyasından istifadə olunur (şək 12.10 b, c)

Şək. 12.10 c-də bir sıra konstruksiyalar üçün tezlik karakteristikaları göstərilmişdir.

Səsuducu təbəqələr tavana və divarlara bərkidilir. Sahənin formasından və ölçülərindən asılı olaraq səsuducuların səmərəliliyi müxtəlif olur. Müəyyən olunmuşdur ki, bu tipli səsuducular istifadə edildirsə, otağın hündürlüyü çoxdursa, divarların örtülməsi daha məqsədəuyğun hesab olunur.

Aşağı tezliklərdə konstruksiyanın səsudmasını artırmaq məqsədi ilə səsuducu materialın arasında xüsusi hava boşluğu saxlanılır (şək. 12.10 c). Şək. 12.10 c-də səs salan maşının tezlikdən asılı qrafiki göstərilmişdir.

Səsuducu təbəqələrin effektivliyinə konstruksiyanın hazırlandığı materiallarla bərabər otağın ölçüləridə təsir göstərir. tavanın bərkidilən uducu təbəqələrin effektiyi otağın hündürlüyü 4-5 olduqda maksimal olur.

1- plitələr; 2- plitələrarası 200 min hava boşluğu olan pilitələr; 3- plitələrarası qalınlığı 50 min olan keçə

Səs izləyici konstruksiyalarla otağın tənzim olunması aşağıdakı ardıcılıqla aparılır:

1. Tələb olunan səs-küy zəifləmələri müəyyənləşdirilir;
2. Səs-küyün azaldılması şərtinə əsasən səsuducu təbəqələrin konstruksiyası müəyyənləşdirilir;
3. Səs uducu təbəqələrin sahəsi və onların bərkilədəcəyi yerlər təyin edilir.

Səsuducu təbəqələrin sahəsi iki üsulla təyin olunur:

1. Otaqda hansı hissənin (divarlar, yaxud tavan) səs izləyici materialla örtülməsi müəyyənləşdirilir və əlavə olaraq otağın qeyd olunan bütün səthləri örtülməyəcəksə, bu halda örtüləcək səthlər və onların sahəsi müəyyənləşdirilir.

2. Səs-küyün xüsusiyyətindən asılı olaraq otağın hansı hissələrinə əlavə səs izləyici materialla örtülməsi təyin olunduqdan sonra, tələb olunan səs-küyün səviyyəsini yuxarıda qeyd etdiyimiz üsulla hesablayırlar.

12.8. Səs izolyasiyası vasitələri

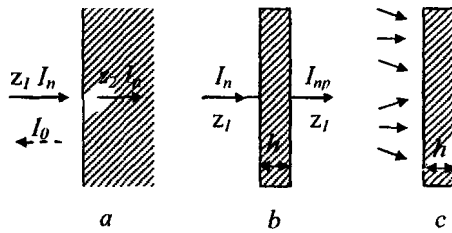
Bu vasitələrə səs izolyasiyasını təmin edən maneələr (divarlar, arakəsmələr, akustik ekranlar və s.) aiddir.

Qeyd etmək lazımdır ki, layihələndirilən və bilavasitə istismar olunan obyektlərdə izləyici konstruksiyalara olan tələbat müxtəlifdir. Belə ki, əgər layihələndirmə səviyyəsində söhbət ancaq bu və ya digər izləyici konstruksiyaların seçilməsindən gedirsə, obyekt istismara buraxıldıqda əlavə olaraq səs izləyici konstruksiyaların keyfiyyətinin yüksəldilməsi də əsas məsələ kimi qarşıya qoyulur.

Səsdən izlə olunmanın effekti əsasən səsin əks olunmasından asılı olduğu üçün, elə maneələrdən istifadə etmək lazımdır ki, onların akustik müqaviməti mümkün qədər böyük olsun. Akustik nəzəriyyəyə görə aydındır ki, akustik müqavimətləri Z_1 və Z_2 olan mühit sərhəddində səs dalğavari 90° bucaq altında (normal düşmə) düşdükdə ikinci mühitə keçmə əmsalı (şək. 12.11a) aşağıdakı formula ilə hesablanır:

$$\lambda_{keç} = 1 - \left| \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} \right|^2.$$

Əgər $Z_2 \gg Z_1$ olarsa, bu halda səsin əks olunma əmsalı vahidə yaxınlaşır. Əgər havada böyük kütləli müstəvi formalı səs izoləedici arakəsmə yerləşdirilsə bu halda arakəsmənin hər iki tərəfindəki səs siqnailləri eyni fazada olacaq (şək. 14.3b). Şəkildə arakəsmənin qalınlığının qiyməti H -dir.



Şək. 12.11. Arakəsmələrin səs izolyasiyasının təyin olunması

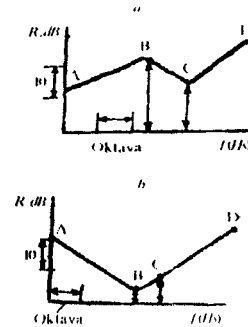
Bu halda səs-küyün nüfuzetməsinə arakəsmənin özünün şüalanması kimi baxmaq olar. Səslərin parametri (intensivlikdən başqa) düşən səs-küyün parametrinə çox yaxın olur. Belə konstruksiya tətbiq olunduqda Z_1 və Z_2 müqavimətlərinin xarakteri dəyişir. Beləki, Z_1 -in qiyməti mühitin xüsusi akustik müqavimətinə bərabər olduğu halda Z_2 -arakəsmənin özünün müqaviməti ilə xarakterizə olunur. Bu müqavimətin qiymətinə arakəsmənin sahəsi, sahəyə uyğun olaraq onun kütləsi və arakəsmənin arasındakı havanın müqaviməti daxil olur.

Real şəraitdə səs-küy dalğaları arakəsməyə 90° bucaq altında yox, müxtəlif bucaqlar altında düşür (şək. 12.11. c). Bunun nəticəsində səsin zəifləməsi, 90° bucağa nisbətən 5 dB az olur.

Təcrübədə birqat və çoxqatlı səs izoləedici konstruksiyalarından istifadə olunur. Çoxqatlı konstruksiyalar iki və daha çox təbəqələrdən hazırlanıb əsasən bərk (beton, metal və s.) materiallardan düzəldilir və bu təbəqələrin arasına məsaməli materiallardan arakəsmələr qoyulur.

Müstəvi formalı birtəbəqəli səthlərin izoləedici xüsusiyyətini qiymətləndirmək üçün arakəsmənin tezlik xarakteristikası qurulur.

Bir sıra materiallar, o cümlədən metal, şüşə və digər materiallar üçün səs-küyün izolə edilməsinin qiymətləndirilməsi də qrafiki yolla təyin olunur. Şək. 12.13.a-da müstəvi formalı izolə edici konstruksiyalar üçün qiymətləndirmə qrafiki göstərilmişdir.



Şək. 12.13. Nazik arakəsmələrin səs izolyasiyasının tezlik xarakteristikaları. a-müstəvi; b-silindirik

ABCD xəttində B və C nöqtələrinin koordinatları xüsusi cədvəl vasitəsi ilə təyin olunur.

Səs izoləedici vasitələr kimi müxtəlif örtüklərdən və ekranlardan istifadə olunur. Örtüklərdən o halda istifadə olunur ki, səs-küy mənbəyinin hərtərəfli ətraf mühitdən ayrılması tələb olunur. Belə səs-küy sistemlərinə güclü radial ventilyatorlar və digər güclü səs mənbəyi olan maşın və avadanlıqlarda aid olunur.

Səsdən qoruyucu ekranlar isə əsasən istehsal müəssisələrinin ərazisində quraşdırılır. Səs ekranlarından o halda istifadə olunur ki, ekranlaşdırılan səs mənbəyinin intensivliyi ən azı 10 dB digər səs-küy mənbələrindən yüksək olmalıdır.

Ekranlar quraşdırılarkən nəzərə almaq lazımdır ki, onların eni və hündürlüyü, səs mənbəyinin uyğun ölçülərindən ən azı 3 dəfə böyük olmalıdır. Ekranlar əsasən orta və yüksək tezlikli səs-küy siqnallarının zəiflədilməsində daha effektiv olur.

12.9. Səs söndürücüləri

Ətraf mühitdə səs-küyün səviyyəsinin qalxmasının əsas səbəbi havadəyişdiricilər, kompressor qurğuları, sıxılmış havanı xaric etmə sistemləri və digər mənbələr təşkil edir. Bu tipli səs-küylərin azaldılması üçün həmin sistemlərin borularına yerləşdirilmiş səs söndürücülərindən istifadə olunur.

İş prinsipindən asılı olaraq söndürücülər - absorbsiya, reaktiv və kombinasiya olunmuş sistemlərə bölünürlər.

Absorbsiya tipli söndürücülərdə səs enerjisinin sönməsi uducu materiallar hesabına əldə olunur. Reaktiv sistemi söndürücülərin iş prinsipi səs dalğalarının yenidən mənbəyə qaytarılması təşkil edir. Kombinasiya olunmuş söndürücülərdə həm səs enerjisinin udulması, həmçinin səs dalğalarının mənbəyə qaytarılma prinsipindən istifadə olunur. Qeyd etmək lazımdır ki, belə bölgü bir növ şerti xarakter daşıyır. Çünki göstərilən hər bir sistemdə bu və ya digər nisbətlərdə hər iki üsuldən istifadə olunur.

Söndürücüsünün növünün seçilməsi mənbəyin səs-küyünün spektrindən, səs-küyün aşağı salınması üçün irəli sürülən tələblərdən, söndürücü qurğunun konstruksiyasından və buraxıla bilən aerodinamiki müqavimətdən asılı olur.

Şək. 12.14.-də absorbsiya tipli söndürücünün konstruktiv sxemləri göstərilmişdir. Bu söndürücülər böyük diapazonda səs-küyün istənilən səviyyəyə endirilməsini təmin edə bilər.

Bunlar əsasən aerodinamik qurğularda istifadə olunur. Onların ən sadə və geniş yayılmış növü boruvari söndürücülərdir. (Şək. 12.14. a, b). Bu söndürücülərdə kvadrat, dairəvi və düzbucaqlı formada hazırlanması 1 kanalın en kəsimində perforasiya əmsali 0,2 olan, perforasiyalanması çox nazik şüşə liflərdən hazırlanmış ($p=25 \text{ kq/m}^3$) 2 səsuducu materialı yerləşdirilir. Materialın hava vasitəsinə borudan çıxarılmasının qarşısını almaq üçün xüsusi qoruyucu qatdan istifadə olunur. Belə söndürücülər adətən eninə kəsiminin ölçüləri 500-600 mm olan kanallarda tətbiq olunur. Ölçülərə görə belə məhdudiyyətin qoyulması onunla əlaqədardır ki, istənilən səs səviyyəsini əldə etmək üçün uzunluğu minimal (1-2m) olan söndürücülərdən istifadəni mümkün edir.

Söndürücülərin ölçülərini azaltmaq və hər vahid uzunluğa düşən sönməni artırmaq məqsədi ilə plastik söndürücülərdən istifadə edilir. Bu söndürücülər konstruktiv olaraq bir-birinə paralel qoyulmuş 3 plastik təbəqələrdən ibarətdir. Bu təbəqələr xarici tərəfdən perforasiya olunmuş cəhətdən ibarətdir ki, onun daxilinə səsuducu materiallar yerləşdirirlər.

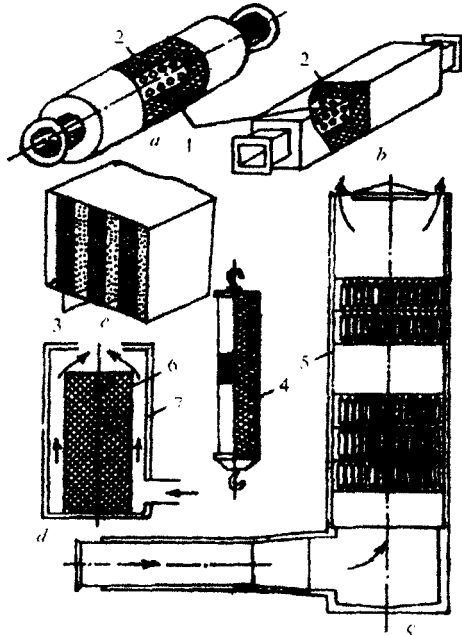
Absorbsiya tipli söndürücülər üçün səsuducu materialların seçilməsi onun istismar şəraitindən (temperatur, nəmlik, tozun olması və s.) asılı olur. Mədən, şaxta və tunellərdə qoyulmuş güclü havadəyişdiricilərinə istismar şəraiti təsir göstərməyən səs kimi beton bloklardan istifadə olunur.

Silindrik tipli səsuducular iki növdə hazırlanır. Bir növ söndürücülərdə səsuducu elementlər kimi diametri 0,2 metr olan keramzit materialından hazırlanmış 4 silindirlərdən istifadə olunur (şək. 14.6.a). Silindirlər 5 şaxtası müəyyən hündürlükdə bir-birinin üzərinə qoyulur. Belə söndürücülərdən çox vaxt turboreaktiv mühərriklərin sınaqdan keçirilməsi zamanı istifadə olunur.

Digər tipli söndürücülərdə səsuducu element kimi diametri 1,5-2 m, hündürlüyü 6-8 metr olan içərisi keramzitle doldurulmuş 7 gövdəsində yerləşdirilən 6 silindirindən istifadə

olunur. Bu növ söndürücülər səs-küyü 25-35 dB-ə kimi böyük tezlik diapozonunda aşağı sala bilər və əsasən çox böyük olmayan aerodinamik borularda qoyulur.

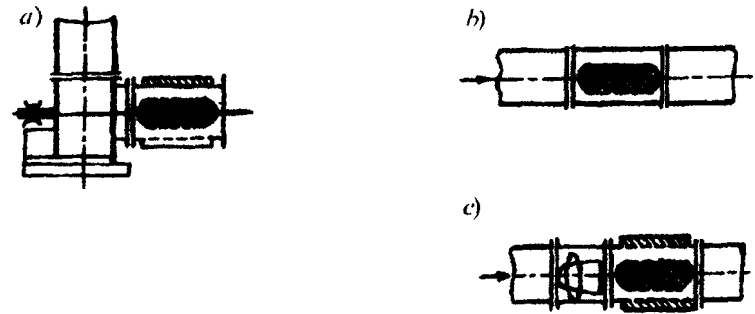
Son zamanlar hava dəyişdirici və soyuducu (kondensiləşdirici) qurğularda silindrik söndürücülərdən istifadə olunur.



Şək. 12.14. Absorbsiya tipli söndürücülər

12.15. b,c. Söndürücünün gövdəsi nazik perforasiya olunmuş polad təbəqədən hazırlanır və içərisi lifli səsuducu materiala doldurulur. Akustik hesablamalardan asılı olaraq bir və ya bir neçə seksiyada ibarət ola bilər. Hər bir seksiyanın uzunluğu təqribən 1 metr olur. Söndürücünün diametri 140-dan 560 metrə kimi ola bilər. Səs-küyün səviyyəsinin söndürücüdə aşağı salınmasının qiyməti onların diametrindən asılı olaraq

dəyişir. Bu tipli söndürücülər çox vaxt bilavasitə hava borularının içərisində yerləşdirilir.



Şək. 12.15. Silindrik söndürücülərin qoşulma sxemi

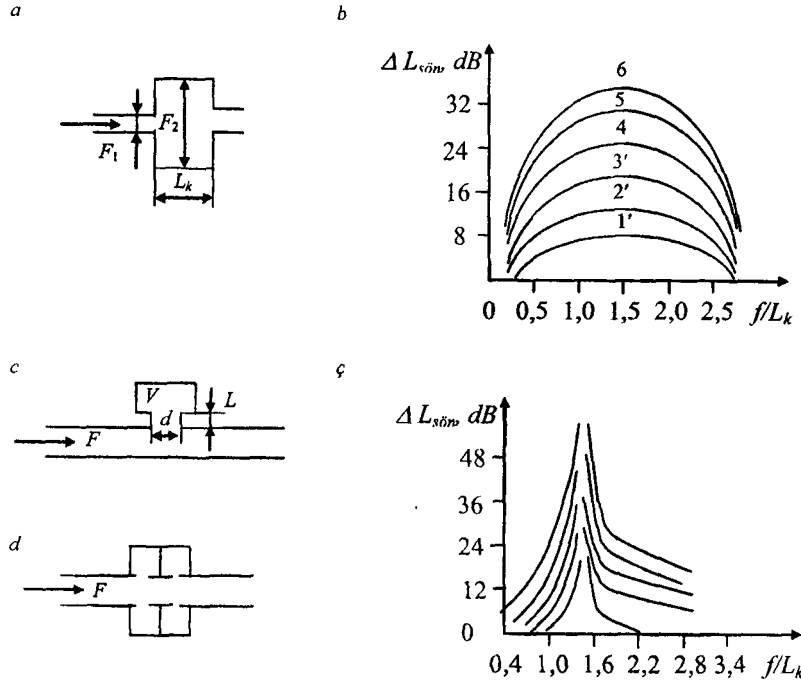
12.10. Reaktiv tipli və kombinə olunmuş söndürücülər

Reaktiv tipli söndürücülər əsasən daxili yanma mühərriklərinin, porşenli kompressorların və başqa səs-küy mənbələrinin səviyyəsini azaltmaq üçün istifadə olunur. Bu tip söndürücülər əsasən xüsusi borularda yerləşdirilir. Belə söndürücülərin ən geniş yayılmış konstruksiyaları (şək. 12.16a) göstərilmişdir. Şək. 12.16a-da kameraşəkilli söndürücünün sxemi verilmişdir. Bu qurğuda daşıyıcı boru birdən genişlənir. Bir kameralı söndürücülərdə sönmənin qiymətini 12.16. b qrafikinə köməyi ilə $m = F_2/F_1$ və Kl_k asılıqları arasındakı əlaqəyə görə tapılır.

Burada F_2 - kameranın en kəsiyinin sahəsi; F_1 - borunun en kəsiyinin sahəsi; $K = 2\pi f/c$, f və c uyğun olaraq səs tezliyi və sürətidir; Kl_k - söndürücü kameranın uzunluğudur.

Reaktiv söndürücülərin bir növbədə rezonans tipli söndürücülərdir (şək. 12.16.). Bu söndürücülər budaqlanmış və konsentrik həcmə malikdirlər, onların möhkəm divarları var. Həcmilər boru ilə birləşmişdir. Daxili yanma mühərriklərində sönmənin effektivliyini artırmaq üçün müxtəlif konstruksiyalı reaktiv tipli səs-küy söndürücüsü elementlərdən istifadə olunur.

Belə konstruksiyaların tətbiqi texniki cəhətdən mürəkkəb olub, iqtisadi nöqteyi nəzərdən baha başa gəlsədə müasir daxili yanma mühərriklərində geniş tətbiq olunur. Belə sistemlər ilk növbədə səs-küyün ətraf mühitdə intensivliyinin ciddi şəkildə azaltmasına şərait yaratmaqla yanaşı, ətraf mühitin zərərli çirkləndiricilərindən mühafizə üçün də əlverişli hesab olunur.

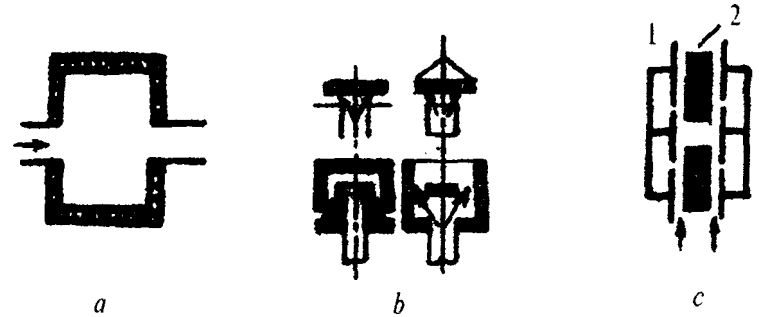


Şəkil 12.16. Reaktiv tipli sındürücülərin sxemləri

a-kamera tipli; b, c- sındürücülərin hesablanması üçün qrafiklər; c-yan qəbuledicili rezanator; e-konsentrik rezanator; d- keçid tipli rezanator

Təcrübədə kombinə olunmuş sındürücülərdən də istifadə olunur. Bu sındürücülər həm absorbsiya həcmində reaktiv tipli sındürücülər kimi işləyirlər. Bu sındürücülər atmosfərə çıxış halında və yaxud sındürücünün giriş kanalında yerləşdirilə

bilər. (Şək. 12.17. a,b,c). Bu sındürücülər aşağı tezliklər də demək olar ki, heç bir effektivə malik olmurlar. Yüksək tezliklərdə isə bu qurğuların effektivliyi 10-25 dB təşkil edir. Bu sındürücülərdə effektivə təsir göstərən əsas amillər ekranın diametri və onun kanaldan olan məsafəsidir. Ekranın diametri nə qədər yaxın olarsa onun effektivliyi bir o qədər yüksək olur. Adətən ekranın diametri kanalın diametrindən 2 dəfə böyük olur.



Şəkil 12.17. Kombinə olunmuş sındürücülər

a-örtüklə örtülmüş kamera səs sındürücüsü; b-ekranlı sındürücüsü; c-dizel mühərriklərinin sınağında istifadə olunan sındürücülər; 1-rezonatorlar; 2-silindirik sındürücülər.

Ekran ilə kanal arasındakı məsafənin seçilməsi optimal şəraitə uyğunlaşdırılmışdır.

Kombinə olunmuş sındürücülər yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, reaktiv və absorbsiya tipli səs-küy sındürücülərindən ibarətdir. Hər iki sındürücü müxtəlif tezliklər diapazonunda səs-küyləri sındürür. Bu sındürücülərin müxtəlif konstruksiyası mövcuddur ki, onların tətbiq sahəsindən asılı olaraq effektivlikləri də müxtəlif olur.

12.11. Otaqların akustik tənzimlənməsi

Otaqda səs intensivliyinə təsir göstərən amillərdən biri də otaqda yaranmış səs siqnallarının otağın divarları və tavanından əks olunaraq insan tərəfindən təkrar eşidilməsidir. Ona görə də əgər birbaşa düşən səsləri azaltmaq mümkün deyilsə, o halda çalışmaq lazımdır ki, əks olunan səs enerjisinin miqdarı mümkün qədər azalması. Bu məsələni həll etmək üçün otağın ekvivalent səs udmasını artırmaq lazımdır. Bunun üçün otağa əlavə səsuducu materiallardan hazırlanmış əşyalardan istifadə olunmalıdır. Bu əməliyyatın yerinə yetirilməsi otağın akustik tənzimlənməsi adlanır.

Yuxarıda qeyd etdik ki, bütün tikinti materialları bu və ya digər dərəcədə səs udma qabiliyyətinə malikdirlər. Lakin o materiallar səsuducu materiallar hesab olunur ki, onların səs udma əmsalı 0,2-dən böyük olsun.

Səs-küyün udulmasının əsas səbəbi hava rəqslərinin enerjisinin materialın məsələlərində sürtünmə nəticəsində istiliyə çevrilməsidir. Əsasən səsuducu material kimi müəyyən qalınlıqlı eynicinsli məsələliyə malik olan materiallardan istifadə olunur. Son vaxtlara kimi belə səsuducu material kimi ağac yonqarlarından hazırlanmış təbəqələrdən istifadə olunurdu.

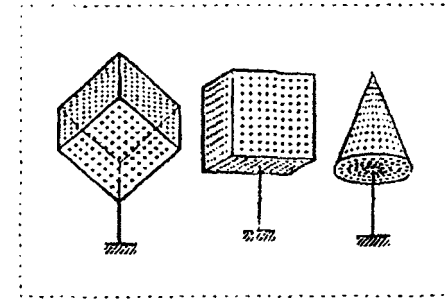
Hal-hazırda isə müxtəlif materiallardan hazırlanmış səs uducularından istifadə olunur. Bunlardan ən geniş yayılmışları ultranazik şüşə liflərdən hazırlanmış təbəqələr, karqon və mineral maddələrdən hazırlanmış səs uducularıdır.

İstifadə olunan səs uducuların səs udma qabiliyyəti materialın qalınlığından, səsin tezliyindən və divar ilə səsuducu təbəqə arasında qalan məsafədən asılıdır.

Təcrübədə qalınlığı 20 mm-dən 200 mm-ə kimi olan səsuducularından istifadə olunur. Bu halda səsudulmanın maksimal qiyməti orta və yüksək tezliklərdə 0,6-0,9 arasında dəyişir. Aşağı tezliklərdə səsudmanı artırmaq və materiala

qənaət etmək məqsədi ilə divar ilə uducu təbəqə arasında hava məsafəsi saxlanılır.

Əgər otağın divarları və arakəsmələr işığa şəffaf materialdan işlənibsə və yaxud otaqda səs uducu təbəqənin yerləşdirilməsi imkanı olmadığı hallarda müxtəlif konstruksiyaya malik həcmi səs uducularından istifadə etmək əlverişlidir. (Şək.12.18.). Belə konstruksiyalı səsuducular xüsusi səsuducu materialla doldurulur və otağın tavanında müəyyən hündürlükdə asılır.



Şəkil 12.18. Müxtəlif həcmli və müxtəlif konstruksiyalı səs uducuları

Səsuducu təbəqələrin tətbiqi nəticəsində səsin əks olunması ölçüləri böyük olan otaqlarda səsin azalmasının desibellə (dB) qiyməti aşağıdakı formula ilə təyin olunur.

$$\Delta L_{\text{tab}} = 10 \lg \left(\frac{B_2}{B_1} \right),$$

burada B_1 və B_2 - uyğun olaraq otaq akustik tənzimlənməsindən qabaq və sonrakı vəziyyətini əks etdirən əmsallardır.

B_1 aşağıdakı formula ilə hesablanır:

$$B_1 = \frac{A_1}{(1 - \lambda_1)},$$

burada $A_1 = \lambda_1 S_0$ - otağın akustik tənzimlənməsinə kimi səs udmanın ekvivalent sahəsidir; S_0 - otağın daxili səthlərinin m^2 -la sahəsidir.

Otağın akustik tənzimlənməsindən sonrakı vəziyyəti isə:

$$B_2 = \frac{A_1}{(1 - \lambda_2)}$$

burada A_2 -otaq akustik tənzimlənmədən sonra səsudmanın ekvivalent sahəsi; λ_2 -akustik tənzim olunmuş otağın orta səs udma əmsəlidir.

Təbəqələrin səs udma effektivinə təsir göstərən amillər onların səs-küy mənbəyindən yerləşmə hündürlüyü və otağın konfigurasiyası hesab olunur.

Səs uducu təbəqələr otağın hündürlüyü 4-6m olan hallarda daha effektiv olurlar. Bu onunla izah olunur ki, hündürlüyü az olan otaqlarda tavan və döşəmə əsas səs-küy əks etdirici sahələr olur. Bu səbəbdən divarlara bərkidilmiş səs uducu təbəqələrin effektivliyi çox az olur. Əgər otağın hündürlüyü onun enindən böyük olarsa, bu halda divara bərkidilmiş səs uducu təbəqələrin effektivliyi daha yüksək olur. Əgər otaq kub formasındadırsa otağın divarları ilə yanaşı tavanı da səs uducu təbəqə ilə örtülməlidir.

Müəyyən olunmuşdur ki, səs uducu təbəqələr səs-küyün əks olunma zonasında onun qiymətini 6-8 dB, səs mənbəyinin yaxınlığında isə 2-3 dB-ə kimi azalır.

Təbəqələrin tətbiqindən səs-küyün göstəriləndiyi kimi az zəifləməsinə baxmayaraq bu üsul məqsədəuyğun hesab olunur. Bu onunla izah olunur ki, otaqda səs-küyün spektri dəyişilir, digər tərəfdən isə səs nisbətən karlaşır ki, onun da qıcıqlandırıcı təsiri hiss olunacaq dərəcədə azaldılmış olur.

12.12. Səs-küydən fərdi mühafizə vasitələri

Bəzi hallarda səs-küydən yuxarıda qeyd olunan kollektiv mühafizə vasitələri səs-küyün səviyyəsini tələb olunan həddə kimi çatdırmaq mümkün olmur. Məsələn, metallurgiyada, maşınqayırmada və yüksək təzyiqli kompressor qurğularında realizə edilən texnoloji proseslərin müəyyən ardıcılığında səs-

küyün səviyyəsini tələb olunan həddə kimi qəti azaltmaq mümkün olmur. Bu səbəbdən səs-küydən mühafizə məqsədləri kimi fərdi mühafizə vasitələrindən istifadə olunur. Bu vasitələrə aşağıdakılar aid edilir, qulağa qoyulan içliklər, qulaqcıqlar, şlemlər və kostyumlar aiddir.

Səs kanalına qoyulan qulaq içlikləri ultranazik lifdən hazırlanmış tampondur. Bəzi hallarda tamponlar parafin və yaxud mumla hopdurulur. Bəzi qulaq içlikləri isə konus formasında olub rezin və yaxud ebonitdən hazırlanır. İçliklər səs-küydən mühafizə üçün ən ucuz və kompakt mühafizə vasitəsidir. Lakin onların effektivliyi lazımi səviyyədə olmayıb, səs-küyün zəiflətməsi 5-20 dB-dən artıq olmur. Hal-hazırda xüsusi növ içliklər işlənilib hazırlanmışdır ki, onlar xarici qulağa yerləşdirilir və barmaq ilə sıxılır. Nəticədə o insanı səs-küydən daha etibarlı mühafizə edir və işləməyə maneçilik törətmir.

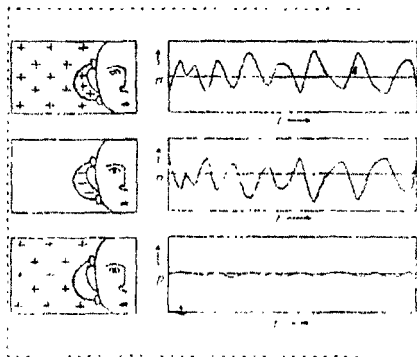
Qulaqcıqlar qulaq seyvanını kip formada qapayır və qövşəoxşar yay vasitəsi ilə saxlanılır. Qulaqcıqların effektivliyi ilk növbədə onların qulağa nə dərəcədə kip sıxılmasından asılıdır. Adətən kipləşdirici hissə xüsusi maye ilə doldurulur. Qulaqcıqların əsas xarakteristikalarından biri onların kütləsidir. O nə qədər ağır olarsa, onun səs-küyü azaltmaq xüsusiyyəti bir o qədər yaxşı olur. Lakin qulaqcığın ağır olması ondan istifadəni əlverişsiz edir. Digər tərəfdən onun qulağa kip oturmasında da müəyyən problemlər meydana çıxır.

Səs-küyün səviyyəsi yüksək olduğu hallarda (120 dB-dən yuxarı) içliklər və qulaqcıqlar lazımi mühafizəni təmin etmir və nəticədə səs-küy bilavasitə insan beyninə təsir göstərir. Bu halda şlemlər və səs-küy əleyhinə kostumlardan istifadə olunur. Kostyum və şlem insanın başını və bədənini örtərək onu yüksək səviyyədə olan səsdən qoruyur.

Bəzi fərdi mühafizə vasitələrinin effektivliyi şəkl. 12.19-da göstərilmişdir. Qrafiklərdən görünür ki, baxılan fərdi mühafizə vasitələri ancaq yüksək tezliklərdə effektiv olur. Daha doğrusu

onların ölçüləri dalğa uzunluğu ilə eyni ölçülərdə olur. Onlardan istifadədə bu amil nəzərə alınmalıdır.

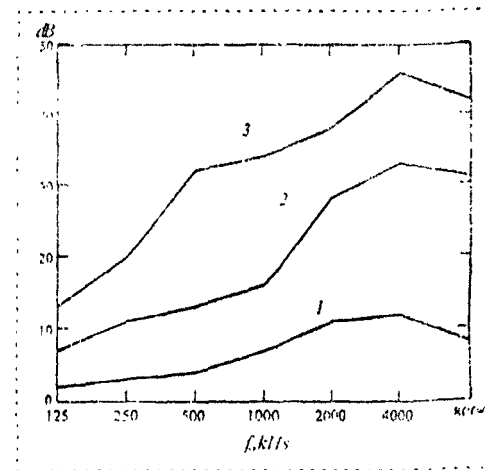
Səs-küydən aşağı tezliklərdə fərdi mühafizə vasitələrinin effektivliyini artırmaq üçün aktiv fərdi mühafizə vasitələrindən istifadə etmək daha məqsədəuyğundur. Bunların iş prinsipini şəkl. 12.20-də izah edir. Mənbədən gələn səs-küy qulaqcığa düşür və orada mikrofonla qeydə alınır. Mikrafondan alınan signal, qulaqcığın içərisində yerləşdirilmiş miniatur dinamik idarə edən mikroprosessor tərəfindən emal olunur.



Şəkil 12.19. Səs-küydən fərdi mühafizə vasitələrinin, effektivliyinin tezlikdən asılılığı. 1-pambıq tampon; 2-ultranazik lifdən hazırlanmış içlik; 3-maye ilə doldurulmuş qulaqcıq

Bu halda dinamik səs-küylə əks fazada olan ikinci səs-küy mənbəyinə çevrilir. Nəticədə dalğaların interferensiyası əsasında qulaqcığın içərisində xarici səs-küy mənbəyi söndürülmüş olur.

Aktiv fərdi səs-küy mühafizə vasitələrinin digər üstünlüyü onların alçaq tezliklərdə də yüksək effektivlə malik olmalarıdır. Qeyd etmək lazımdır ki, aktiv fərdi mühafizə vasitələrindən istifadə olunduqda səs-küyün məhdudlaşdırılması həddi 40-50 dB-dən yuxarı olmur. Bu onunla əlaqədardır ki, insan sümükləri, xüsusən kəllə sümüyü çox yüksək intensivli səs-küyə özünü keçirici kimi aparır.



Şəkil 12.20. Səs-küydən fərdi aktiv mühafizə vasitəsi

Belə ki, yüksək intensivli səs dalğalarının kəllə sümüyünə təzyiq nəticəsində sümüyün deformasiyası baş verir ki, bu deformasiya qulağın baraban arakəsmələrinə verilir. Fərdi mühafizə vasitələrindən istifadə olunduqda sümük keçiriciliyi artmış olur.

12.13. İnfraşəs onun mənbəyi və təsir xüsusiyyətləri

İnfraşəs mənbələri tezliyi 1-20 Hs arasında olan tezlik mənbələri vasitəsi ilə yaradılır. İnfraşəs mənbələri təbii və süni mənbələrə bölünür. Təbii mənbələrə güclü küləklərin təsirindən tikinti qurğularının yaratdığı rəqslər və dənizin səthinin yaratdığı rəqsləridir. Süni mənbələrə sənaye sahələri aid edilir. Bu sənaye sahələrinə əsasən aşağıdakılar aid edilir: böyük səthə malik irəliləmə - geriləmə və yaxud fırlanma hərəkətləri edən mexanizmlər daxildir. (məs. Vibromeydançılar). Bu mexanizmlərin rəqslərinin tezliyi 20 Hs-dən az olur. Digər mənbələr kimi reaktiv mühərrikləri, böyük gücə malik

daxili yanma mühərriklərini, turbinləri, aerodinamika qurğuları, ventilyatorları, kompressorları və s. göstərmək olar.

Ümumiyyətlə insan qulağı infrasəsələri bilavasitə qəbul edə bilməsə də, bu tezlikdə böyük gücə malik olan səsləri taktil hissetmə orqanı ilə hiss edir. Müəyyən olunmuşdur ki, səs təzyiqi 100-135 dB, tezlik 2-5 Hs olduqda böyük təzyiq nəticəsində insan bunu hiss edir. Orta qulaqda təzyiqin kəskin dəyişməsi udma prosesini çətinləşdirir və baş ağrıları verir. Əgər təzyiq 125-137 dB olarsa, insan döş qəfəsində titrəyişlər hiss edir və ona elə gəlir ki, o “aşağı” düşür. 15-20 Hs tezliyin infrasəs insanda qorxu hissi yaradır. Beləliklə infrasəs insanın normal fəaliyyətini pozur və o bu səsləri səs mənbələrindən 800 metrə kimi məsafədə hiss edə bilir. İnfrasəs əsasən güclü zərbələr və titrəmələrdən yaranır.

Zərbə tipli texnoloji avadanlıqlar (çəkicilər, preslər), güclü energetik qurğular (nasoslar, kompressorlar, mühərriklər), müəssisə və kommunal təsərrüfatın relsli nəqliyyatı (metropoliten, tramvay), dəmir yolu nəqliyyatı titrəmə mənbələrinə aiddir. Bütün hallarda titrəmə qruntda yaranıb, ictimai və yaşayış binalarının bünövrəsinə çataraq çox vaxt səs rəqsləri yaradır. Titrəmələrin binalara çatması onlarda dağılma və çökmə prosesini sürətləndirir.

Bütün hallarda titrəmələr insanlarda müəyyən qıcıqlanmalar yaradır ki, bu da onların səhhətinə təsir göstərir. Ətraf mühitdə titrəmənin təsir zonası, onun qruntda sönmə xüsusiyyəti ilə əlaqədardır. Müəyyən olunmuşdur ki, sönmənin orta qiyməti 1 dB/metrdir. Su ilə doymuş qruntlarda sönmə bir neçə dəfə böyük olur. Adətən titrəmə mənbəyindən 50-60 metr məsafədə titrəmə təcrübi olaraq sönmür. Dəmirçi - press sexlərində titrəmənin zonası böyük olur. İri çəkicilər üçün bu zona 150-200 metr təşkil edə bilər.

Qrunzun horizontal (vertikal) rəqsinin amplitudu amplitudu horizontal (vertikal) titrəmələrdə aşağıdakı formula ilə təyin olunur:

$$A_n \varpi = A_0 \left\langle \frac{1}{\bar{r} [1 + (\bar{r} - 1)^2]} + \frac{r^{-2}}{(r^{-2} + 1) \sqrt{3\bar{r}}} \right\rangle,$$

burada A_n -horizontal (vertikal) rəqslərin amplitudasıdır; r -rəqs mənbəyi ilə siqnalın qəbul olunduğu nöqtə arasında məsafə; A_0 -bünövrənin sərbəst və yaxud məcburi horizontal (vertikal) rəqslərinin amplitudu.

Daimi infrasəsin yaşayış sahələrində normallaşdırılması 2, 4, 8, 16, 31, 5 Hs tezliklərinin həndəsi orta qiymətlərinə hesablanmış səs təzyiqi nəzərdə tutulur. Təzyiqin normallaşdırılması qiyməti bu tezliklərdə 90 dB-dən yüksək olmamalıdır. Əgər hesablama digər tezliklərin həndəsi orta qiymətinə görə aparılırsa normallaşdırılma qiyməti müxtəlif ola bilər.

12.14. İnfrasəsdən mühafizə üsul və vasitələri

İnfrasəsdən mühafizə vasitələri sə - küydən mühafizə vasitələrindən kəskin fərqlənir. Bu fərqlənmə infrasəsin fiziki xüsusiyyətləri ilə izah olunur. Belə ki, bu səslərin dalğa uzunluğu nisbətən böyük olduğundan maneələrin arxasına keçmə qabiliyyəti daha yüksək olur.

İnfrasəsin intensivliyinin azaldılması qurğunun iş rejiminin və ya onun konstruksiyasının dəyişməsi, mənbəin səs izolyasiyasının yüksəlişi, səs söndürücüləri vasitəsi ilə öld etmək mümkündür.

İnfrasəsin məsafənin artırılması yolu ilə azaldılması sərfəli deyil. Çünki atmosferin aşağı qatlarında tezliyi 10 Hs-dən aşağı olan tezliklərin sönməsi $8 \cdot 10^{-8}$ dB/km-dən çox olmur.

Səs mənbəyinin özündə infrasəsə qarşı mübarizə bilavasitə texnoloji avadanlığın iş rejiminin dəyişməsindən asılı olur. Digər tərəfdən aerodinamik proseslərin intensivliyi azaldılmalı, o cümlədən nəqliyyatın sürətinin məhdudlaşdırılması atmosfərə buraxılan buxar və qazların axın sürətinin azaldılmasıdır. Konstruksiyaların seçilməsində üstünlük ölçüləri kiçik

möhkəmliyi yüksək olan sistemlərə verilir. Çünki bu halda titrəmələr nəticəsində yaranan infrasəs səviyyəsi az olur.

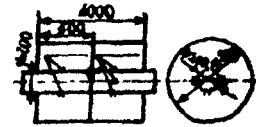
İfrasəs rəqslərinin azaldılması üçün tətbiq edilən ən sadə üsul səs söndürücülərinin tətbiq edilməsidir. Bu məqsəd üçün istifadə olunan söndürücülərdən ən effektivsi interferenasiya tipli söndürücülərdir. Bu tipli söndürücülərin hazırlanması üçün hava dəyişən boruların yan tərəfinə əlavə budaq qarışdırılır ki, uzunluğu $\frac{\lambda}{2}$ a - ya bərabər olur. Burada λ -söndürülən infrasəsin

dalğa uzunluğu, a - əmsəlidir, qiyməti 1,3,5 götürülə bilər.

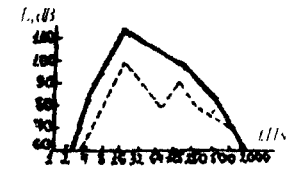
Kamera tipli söndürücülərin də iş prinsipi digər söndürücülərininki kimidir. Yeganə fərq ondan ibarətdir ki, infrasəs tezliklərinin söndürülməsi üçün istifadə edilən genişləndirici kameranın ölçüləri adi söndürücülərə nisbətən çox böyük olur. (şək. 12.21)-də iki kameralı söndürücünün sxematik quruluşu göstərilmiş və sorulma traktında səs səviyyəsinin azaldılmasının tezlikdən asılılıq qrafiki verilmişdir.

İnfrasədən mühafizə üçün izolyasiya materiallarından təcrübədə istifadə olunması mürəkkəb məsələ hesab olunur. Bu onunla əlaqədardır ki, infrasəsin izolyasiya olunması üçün olduqca güclü tikinti konstruksiyalarından istifadə olunmalıdır. Bu konstruksiyaların texniki işində hər kvadrat metrə 10^5 - 10^6 kq kütlə düşür (şək. 12.22.)-də istehsal sxeminin fəaliyyəti nəticəsində yaranan infrasəsin səviyyəsinin beton evin birinci mərtəbəsində tezlikdən asılı olaraq dəyişməsi göstərilmişdir. Burada birinci əyri evin pəncərələri açıq, II-ci əyri isə pəncərələr bağlı olduğu halda alınmışdır.

Beton örtüklər vasitəsi ilə infrasəsin izolə olunması rezonanslı panellərdən istifadə olunduqda əldə etmək mümkündür. Belə panellərin analoji panellərdən fərqi ondan ibarətdir ki, bu panellərin üzərində düzbucaqlı şəkildə oymalar olur, bunlara nazik təpədən membranalar bərkidilir.



a

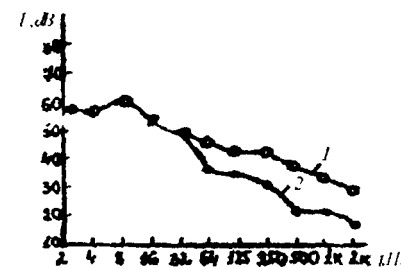


b

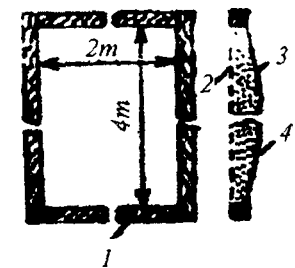
Şəkil 12.21. İki kameralı infrasəs söndürücüsü (a), və kompressorun infrasəs spektri;

1-söndürücü qoşulmazdan qabaq infrasəsin spektri;
2-söndürücüdən sonrakı infrasəs spektri.

Belə panellərə rezonans yaradan panellər deyilir. Bu konstruksiyalar Bekeşpanelləridə adlanır (şək. 12.23) Bu panellər xüsusi formaya malik olur. Onların üzərində xüsusi düzbucaqlı formada metaldan hazırlanmış membrana bərkidilir. Qeyd olunan konstruksiyalı panelləri infrasəs olan mənbələrdə montaj etdikdə infrasəsin enerjisinin udulmasına imkan verir. Konstruksiya rezonans xarakterli olduğundan infrasəsin müəyyən bir tezliyinə köklənə bilər. Belə qurğuların səmərəliliyini artırmaq məqsədi ilə Bekeşi panelinin içərisindəki boşluqlar müxtəlif səsuducu materiallarla doldurulur.



Şəkil 12.22. Asfalt istehsal edən səxdə infrasəsin spektri



Şəkil 12.23. Rezonans yaradan Bekeşi paneli
1-çərçivə; 2-metal tor;
3, 4- səsuducular

Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi infrasəsin mənbəyi əsasən vibrasiyalar olduğundan onlarda mühafizə üsul və vasitələrin nəzərdən keçirək.

12.15. Vibrasiyadan mühafizə üsul və vasitələri

Vibrasiyanın ətraf mühitə təsirinin ləğv edilməsi üçün tədbirlər planı hazırlayarkən bilavasitə vibrasiyanın mənbəyindən səviyyənin aşağı salınmasına, bu mümkün olmadıqda isə onun yayıldığı yollarda aşağı salınmasına nail olmağa çalışmaq lazımdır.

Vibrasiyaların bilavasitə mənbədə aşağı salınması həm qurğunun lahiyələndirilməsi, həmçinin də onun istismarı zamanı həyata keçirilir. Maşın və texnoloji avadanlıqlar yaradırkən üstünlük kinematik və texnoloji sxemlərə verilir, burada zərbə, kəskin təcili dəyişməsinə yol verilmir.

Nasosların, mühərriklərin komproseslərin işləməsi zamanı qarşıya çıxan tezlikli vibrasiyaların səbəbi fırlanan elementlər disbalansın yaranması (disbalans əsasən hissənin hazırlanmasında müxtəlif cür metallardan istifadə olunması, onların sıxlığının eyni paylanmaması, fırlanan hissələri qeyrisimmetrikliyi və s. olur) hesab olunur. Bütün hallarda kütlə mərkəzinin fırlanma oxuna görə yerdəyişməsi $F = m e \omega^2$ qiymətidi mərkəzə qüvvəsinin yaradır. Burada m - fırlanan sistemin kütləsi, ω - fırlanmanın bucaq sürəti; e - baxılan kütlənin rotora nisbətən radius vektoru.

Disbalansın mövcudluğundan yaranan vibrasiyanın səviyyəsinin aşağı salınması üçün avadanlığın quraşdırılması və istismarı zamanı onun fırlanan hissələrinin balanslaşdırılması aparılsın. Balanslaşdırma xüsusi təlabata cavab verməlidir.

Bilavasitə vibrasiya mənbələrində vibrasiyanın aşağı salınması ən effektiv yolu avadanlığın rezonans rejimində işləməsinin qarşısının alınmasıdır. Bu halda disbalansın kiçik bir qiymətində vibrasiya parametrlərdə kəskin arta bilər.

İstehsal vibrasiyanın aşağı salınmasında da texnoloji avadanlığın rezonans rejimində işlənməsinin qarşısı alınmalıdır.

Layihələndirmə zamanı bu amil iş rejiminin seçilməsində maşın və mexanizmlərin məxsusi tezliyini nəzərə alınması ilə əldə olunur.

Rəqs sistemlərinin məxsusi tezliyi aşağıdakı kimi təyin olunur

$$\omega_o = \sqrt{\frac{b}{m}},$$

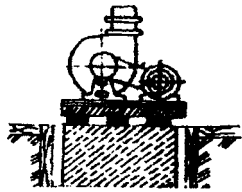
burada b , m uyğun olaraq sistemin kütləsi və sərtlidir. Bu iş parametrlərindən birinin qiymətini dəyişməsi ilə rezonans rejimin arada qaldırmaq olar.

Əgər vibrasiya bilavasitə mənbədə azaltmaq mümkün olmadığı hallarda, onun yayılma yollarında azaltmağa çalışırlar.

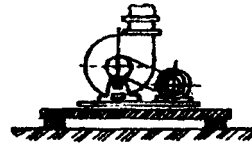
Bunu vibrasöndürmə, vibrozolyasiya və vibrodempferləmə üsulları ilə həyata keçirilir.

Vibrosöndürmə. Bu üsulun mahiyyəti ondan ibarətdir ki, burada rəqs sisteminin reaktiv hissəsi artırılır. Bunun üçün sərtliliyin artırılması üçün maşın və mexanizmlər anker boltları vasitəsi ilə möhkəm (beton) özülə bərkidilir. Nisbətən kiçik ölçülü qurğular (havadəyişdiricilər, nasoslar) xüsusi söndürücü dayaqqlar üzərində bərkidilir (şək. 12.24.). Bu halda infrasəsin söndürülmə effekti yüksək dərəcədə söndürülmüş olur.

Rels nəqliyyatı vasitəsi ilə yaranan vibrasiyanı azaltmaq üçün, relsləri böyük kütləli beton şpallara bərkidirlər. Bu vibrasiyanı müəyyən qədər azaldır.



a

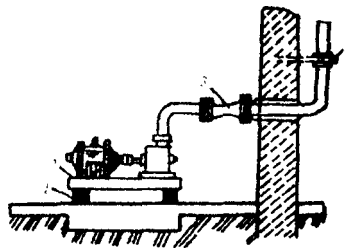


b

Şəkil 12.24. Mühərriklərin vibrasiyanı söndürən özüllərdə quraşdırılması

a) quruntun içərisindəki özülə; b) xüsusi təbəqənin üzərində

Vibroizolyasiya. Avadanlığın xüsusi dayaq üzərinə qoyulması böyük vaxt və vəsait tələb edir. Bir sıra hallarda avadanlığın qoyulması üçün dayağın hazırlanması avadanlığın özündən böyük vəsait tələb edir (məs. zərbə çəkiçlərinin quraşdırılması), buna görə də texniki avadanlığın quraşdırılarkən vibroizolyasiya sxemlərindən daha geniş istifadə olunur. İzolyasiyanın tətbiqi vibrasiyaların xaricə çıxma yolunu azaldır. Digər tərəfdən bir-biri ilə əlaqədar olan maşın və qurğular xüsusi sistemlər vasitəsi ilə bir-birindən izolə olunurlar. Nəticədə ətraf mühitə yayılan vibrasiyalar azaldılmış olur (şək. 12.25).

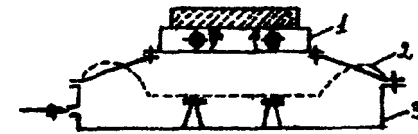


Şəkil 12.25. Mühəndis avadanlığının vibroizolyasiyası.
1-elastiki qat; 2-dəmir-beton plitə; 3-rezin boru; elastiki xamut;
4-elastiki örtük (yastıq).

Vibroizolyator kimi, ən çox rezin və plastmass döşəmələrdən, müxtəlif konstruksiyalı yaylardan, resorlardan və pnevmatik vibroizolyatorlardan istifadə olunur.

Bu avadanlıqlara mühəndis avadanlıqlarında deyilir.

Rezin və plastmas izoləedicilərin əsas çatışmayan cəhəti onların tez xarab olması və mexaniki təsirlərə qarşı davamsız olmasıdır. Bu çatışmazlığı aradan qaldırmaq üçün pnevmatik vibroizolyatorlardan istifadə olunur (şək. 12.26.).



Şəkil 12.26. Pnevmatik vibroizolyatorun sxemi
1-vibroplatforma; 2-elastiki rezin örtük; 3-hava yastığı kamerası

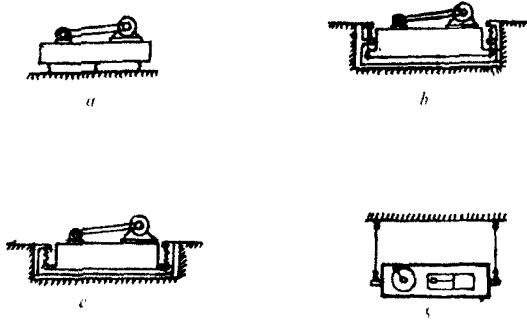
Silindrik yaylar və resorlardan istifadə edildikdə bunların möhkəmliyi yüksək olub, uzun müddət elastiki xassələrini saxladığından daha effektiv hesab olunurlar. Bunların bir üstünlüyü də ondan ibarətdir ki, onların vibrasiyanı söndürmə səmərəliyi daha yüksək olur. Bu sistemlərin çatışmayan cəhəti yüksək tezliklərdə səmərəliyinin az olmasıdır.

Bir çox hallarda kombinə olunmuş vibroizolyatorlardan istifadə olunur (şək. 12.27.). Belə izolyatorlar 1 silindrik yaydan və 2 rezin təbəqələrdən ibarət olur. Bu təbəqələr titrəyən hissələri bir-birindən sistemin gövdəsindən ayırır.

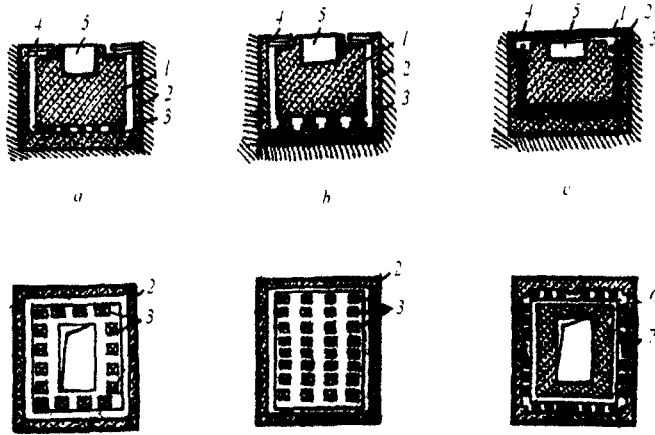
Bir sıra zavodlarda pnevmatik vibroizolyatorlardan istifadə olunur. Bu halda maşın və mexanizmlər $2 - 10^5$ təzyiq altında hava doldurulmuş yastığın üzərində yerləşdirilir. Bu sistemin tətbiqi vibrasiyanı kəskin aşağı salmağa imkan verir.

Maşın və avadanlıqların əsasda (özülə) izolə olunması iki variantda həyata keçirilə bilər. «Özül» variantında vibroizolyator maşınla özül arasını qoyulur (şək. 12.28. a, b). «Asma» variantında isə izolə olunan obyekt vibroizolyatordanasılır

(şək. 12.28. c, ç). Birinci variantdan daha çox istifadə olunur. Şək. 12.28.-də çəkiçaltı vibroizolya- siya sxeminin müxtəlif variantları göstərilmişdir.



Şəkil 12.27. Avadanlığın vibroizolə olunma sxemləri



Şəkil 12.28. Çəkiçlərin vibroizolyasiyası sxemləri
a, b-əsaslar variantı; c-asqılı variant; 1-özül bloku; 2-özülaltı qunt;
3-vibraizolyator; 4-örtük; 5-boşluq; 6,7-təmizləyici oyuqlar

Vibroizolyasiyanın effektivliyi ötürmə əmsalı ilə qiymətləndirilir. Əgər rəqslənmə prosesi fəzaya yeyinləşən

hərəkət tipində X oxu istiqamətində və yaxud fırlanma hərəkəti kimi X oxu ətrafında baş verirsə o zaman ötürmə əmsalı (ÖƏ) uyğunlaşaraq aşağıdakı kimi hesablanır.

$$\ddot{\Theta}_x = \frac{F_{kx}}{F_x}$$

$$\ddot{\Theta}_{f-x} = \frac{M_{kx}}{M_x},$$

burada F_{kx} , M_{kx} uyğun olaraq X oxuna nisbətən harmonik qüvvə və harmonik mamentin vibroizolyatorlardan keçərək özülə etdiyi təsirdir; F_x , M_{kx} - harmonik qüvvə və harmonik momentin izolə olunan qurquya təsiridir.

Vibroizolyasiyanın seçilməsi müəyyən bir ardıcılıqla aparılmalıdır. Əvvəlcə vibroizolyatorun konkret növü seçilir. Seçim zamanı buraxıla bilən yükləmənin nəzərə alınması və mexaniki göstəricilərin xarakteristikaları da müəyyən olmalıdır. Dəzgahların fırlanma tezliyi və hissələrinin hərəkət sürəti qiymətləndirilməklə yanaşı sistemin fırlanma moment idə hesablanır. Bu hesablama nəticələri əsasında ötürmə əmsalı da təyin olunur. Vibrasiyanın azaldılmasının əsas yollarından biri vibrodempferləmədir.

Vibrodempferləmə. Bu üsulun əsasını rəqs sistemində aktiv itkilərin artımı təşkil edir. Vibrodemporferləmənin əsas parametri enerjinin itki əmsalı təşkil edir və aşağıdakı kimi hesablanır.

$$\xi = \frac{\omega \mu}{b},$$

burada ω -rəqsin bucaq tezliyin; μ -özülü sürtünmə əmsalı; b -sistemin sərtliliyidir.

Dempfləmə dinamikı yüklənməsi intensiv olan və daxili sürtünməsi böyük olan materiallar tətbiq olunduqda istifadə olunur. Məsələn, tərkibində karbon az olan çuqunla rəngli metalların ərintisi.

Vibrasiyadan mühafizədə geniş tətbiq olunan üsullardan biri də dempferləyici örtüklərdən istifadə olunmasıdır. Belə örtükdən əsasən qaz və su borularında rəqlənməni aşağı salmaq üsul istifadə olunur. Geniş yayılmış örtüklərin siyahısı cədv. 12.3.-də göstərilmişdir.

Cədvəl 12.3

Örtüklər	Enerjinin sönmə məsali (1000 Hs-tezlik üçün)
Plastin № 378	0,45
Mastika A-2	0,40
Plastikot «Aqat»	0,46
«Adem-Nil»	0,25
Penoplast	0,85
Parolon	0,22
Rezin	0,15
Tüklü keçə	0,20

12.16. Səs-küyün, infrasəsin və vibrasiyanın ölçülmə üsulları və cihazları

Səs-küyün yaşayış və ictimai binalarda ölçülməsi müəyyən normativlər əsasında həyata keçirilir. Binaların ətrafında səs-küy binadan ən azı 2 metr məsafədə 1,2 m hündürlüyündə aparılır. Binaların içərisində isə ölçülən ən azı 3 nöqtədə 1,2 m hündürlükdə, divardan 1,2 metr aralı aparılmalı və otaqda hava keçən açıq saxlanılmalıdır. Səsin səviyyəsinin ölçülməsi ancaq səviyyənin normadan nə qədər fərqlənməsinin müəyyənəşdirir və «şumomer» adlanan cihazla ölçülür.

Əgər səs-küy mənbəi qeyri stabildirsə, ölçmə işlərin səs-küyün Ən yüksək olduğu 0,5 saat ərzində ölçülər və özüyazan cihaz vasitəsi ilə qeydə alınır. Səs-küyün ölçülməsində həm keçmiş SSRİ-də, həmçinin də xaricdə istehsal olunmuş cihazlardan istifadə olunur.

SSRİ-də istehsal olunmuş cihazlardan «Şum – 1», «VSV – 0,3» - səs-küy olan spektrometr. Almaniyada istehsal olunmuş RFT – 00014, 00012, 00019, 00023, 00024 və s. Danimarkada istehsal olunan cihazlardan BiK – 2203, 2206, 2209, 2213, 2225 və b.

Səviyyəni qeydə alanlar, keçmiş SSRİ istehsalı H – 110;

Almaniya istehsalı RFT – 02013

Danimarka istehsalı (BiK) – 2306, 2307.

Daimi infrasəsəslərin təyin olunması üçün mikrofon, gücləndirici və aşağı tezlikləri üçün spektr analizatorundan ibarət olan sxemdən istifadə olunur.

Qeyri sabit infrasəsəslərin qeydə alınması üçün səslər xüsusi maqnitofonda yazılıb, sonradan canlandırılan infrasəsəsləri ekvivalent səviyyəsi müəyyənəşdirilir.

Vibrasiyaların qeydə alınması 31,5 – də 800 Hs arasında aparılır. Bu zaman infrasəsəslərin səviyyəsini ölçən cihazlardan istifadə etmək olar. Əgər bu cihazlarda səs qəbuledici vibroqəbuledici ilə əvəz olunsay məsələnin həlli mümkündür. Vibroqəbuledici və çevirici kimi pyezoelektrik elementlərindən istifadə olunur.

Vibroölçmələri həyata keçirmək üçün xaricdə hazırlanmış BM-1 və «Robotron» cihazlarından istifadə olunur. Vibrasiyanın ölçü üsulları müxtəlif ədəbiyyatlarda ətraflı şərh olunmuşdur.

XIII FƏSİL. BƏZİ EKOLOJİ PROSESLƏRİN RİYAZİ MODELLƏŞDİRİLMƏSİ MƏSƏLƏLƏRİ

Ətraf mühitin monitorinqində əsasən üç modelləşdirmə üsulundan istifadə olunur. Birinci üsulda mühitin xarakteristikaları arasındakı uyğunluq bilavasitə onun üzərində aparılan müşahidələr nəticəsində təyin olunur. Müşahidələr apararaq tədqiq edilən xarakteristikalar arasında asılılığı qiymətləndirilərək statistik emal üsullarından (korrelyasiya və informasiya analizi) istifadə olunur. Məsələn, çoxsaylı təcrübələrə əsasən müəyyən bir ərazidə zamandan asılı olaraq torpaq növlərinin sayında və yağıntının miqdarından asılı olaraq torpaqda humusun miqdarının dəyişməsinin məntiqi asılılıqları qurulur. Statistiki modelləşdirmədə müşahidələr ancaq modelləşən proseslərin qanunauyğunluqları əhatə edir. Yəni bu zaman onun başqa hadisələrə əlaqəsinə baxılmır.

Statistik modellərin digər modellərindən əsas fərqi də bundan ibarət olur. Digər modellərdə araşdırılan proseslərin modelləşmə qanunauyğunluqları daha sadə hadisələrin məcmuundan götürülür. Modelin giriş parametri kimi fundamental qanunlar, məsələn, enerjinin və maddənin saxlanması qanunları; təbii seçim qanunu və s. bu gün üçün ən sadə və qəbul edilən hesab olunurlar.

Sonradan bunlara digər qanunauyğunluqları da əlavə edilir. Bu ondan irəli gəlir ki, göstərilən fundamental qanunlar bütün hallarda yerinə yetirilir. Əsasını fundamental qanunlar təşkil edən modellər adətən nəzəri modellər adlanır.

Modellərdə xüsusi xarakter daşıyan münasibətlər də istifadə oluna bilər. Bunlar özlərinin təsdiqini müəyyən hədd daxilində məhdud materiallarda göstərə bilirlər. Məsələn, yoxlamaq olar ki, fitoplanktonların fəaliyyəti nəticəsində oksigenin əmələ gəlməsi şərti onların biokütləsindən asılı olaraq dəyişir və yaxud balıqların kürü tökməsi ancaq suyun müəyyən temperaturunda baş verir. Bu qanunauyğunluqlar

müşahidə nəticələri ilə üst-üstə düşə bilər. Bu halda mütənəsiblik əmsalları və kürü tökmənin hədd temperaturu statistiki üsulla qiymətləndirilir. Oxşar münasibətlər əsasında biz bir növ empirik ifadələrdə gördüyümüz proseslərin bir növ imitasiyasını (təkrarını) yaradırıq. Lakin bunların yeni təcrübələrdə necə nəticə verəcəyinə bir növ təminat verə bilmirik. Bununla belə modellər əsasında müəyyən proqnozlar vermək mümkündür. Qeyd etmək lazımdır ki, bu üsuldən istifadə etməklə bir çox parametrlərlə səciyyələndirilən mürəkkəb ekosistemləri ümumilikdə təsvir etmək qeyri-mümkündür.

Məsələn, statistik məlumatlara əsasən ümumilikdə Xəzər dənizinin bütün ekosistemlərinin ümumi münasibətini yaratmaq mümkün deyil. Çünki bütün dənizi səciyyələndirən parametrləri eyni zamanda müşahidə etmək qeyri-mümkündür. Lakin Xəzər dənizinin ekosistemlərinin bəzi parametrləri arasında (məsələn, suyun hidrokimyəvi tərkibi ilə fitoplanktonun yayılma xüsusiyyəti) əlaqə yaratmaqla ümumilikdə Xəzərdə gedən proseslər haqqında müəyyən ümumiləşmələr aparmaq mümkündür.

Nəzəri və imitasiya modelləri arasında dəqiq sərhəd qoymaq mümkün deyil. Çünki hansı münasibətlərin fundamental, hansılarının isə qeyri-fundamental olmasını müəyyənləşdirmək çətindir. Ümumilikdə imitasiya modelləri məhdud empirik materiallar əsasında yaradıldığından onun tətbiq olunma imkanları da müəyyən hədd daxilində limitləşdirilir.

Cəfəfi tədqiqatlarla bağlı elmi ədəbiyyatda modellər deduktiv və induktiv formalarda təsvir olunur. Deduktiv modellər aprior təsəvvürlərdə nəzəri qanunauyğunluqlara əsasən qurulduğu halda, induktiv modellər əsasən məhdud çərçivədə mövcud olan empirik materiallar əsasında yaradılır.

Modelləşmənin ikinci üsulunda hər hansı bir proses müəyyən bir hadisə əsasında izah olunur. Daha prosesin

gedişini bilavasitə ümumilikdə obyektin özündə yox, onun elementləri arasındakı qarşılıqlı əlaqədə axtarırlar. Bu halda diferensial tənliklər, alqoritmlər və kompüterlər üçün proqramlar əsasında canlı və qeyri-canlı aləmin dinamikasını əks etdirir və onun keyfiyyətə qiymətləndirilməsi həyata keçirilir. Bu modelləşmə üsulunda fərz olunur ki, obyektin ayrı-ayrı elementlərini müşahidə etmək bütün obyekti müşahidə etməkdən daha əlverişlidir. Belə modellərə misal olaraq coğrafiyada daha geniş tətbiq olunan qrafiki modelləşdirilməni göstərmək olar.

Modelin tətbiq diapazonlarını genişləndirmək və onun dəqiqliyini artırmaq üçün, başlanğıc qanunauyğunluqlar toplusunu əhatə edən məlumatlar sayını çoxaltmaq lazım gəlir ki, nəticədə isə model mürəkkəbləşir. Belə modellərə adətən nəzəri fundamental qanunauyğunluqlar əsasında yaradılsa da sonrakı empirik əlavələr onu imitasiya modellərinə çevirir.

Böyük imitasiya modellərinin yaradılması təbii obyektlərin özlərini, bu və ya digər amillərin təsirindən necə "aparması" xüsusiyyətləri öyrənilir. Bu halda sistemin strukturu nə qədər dəqiq hazırlanarsa, informasiyanın həcmi bir o qədər böyük olar və bunun nəticəsində konkret obyekt daha düzgün səciyyələnir.

Modelləşmənin üçüncü üsulunda hadisənin (prosesin) məğzini supersistemdə axtarırlar. Bu halda tədqiq olunan obyekt bu super sistemin bir elementi kimi qəbul olunur. Məsələn, bitkilərin işıq rejiminə görə seçkiliyi yaxşı məlumdur. Bir sıra növlər yaxşı işıqlanmış sahələrdə, digərləri isə kölgəli yerlərdə yetişirlər. Bu məsələyə aid böyük həcmli material toplanmışdır. Göründüyü kimi bitkilərin mühitə uyğunlaşması onların daxili mexanizmi ilə izah oluna bilər. Bu şərt baxılan növün mövcudluğunu məhdudlaşdıran amil kimi özünü göstərir.

Hal-hazırda biz bitkilərin işığa olan münasibətlərini formalaşdıran daxili mexanizmləri yarada bilmədiyimizdən digər

üsullara əl atırıq. Bu isə müxtəlif elementlərdən təşkil olunmuş supersistemin tədqiqi ola bilər.

Əgər modelləşmənin ikinci üsulunda biz tədqiqat obyektinin strukturundan çıxış edirsə, 3-cü üsulda supersistemin strukturundan istifadə edirik. Böyük sistemin qanunauyğunluqları obyektin xarakteristikalarına bir sıra tələblər irəli sürür. Bu tələblər obyektlər arasındakı qarşılıqlı əlaqəni açmağa imkan verir.

İndi də ətraf mühitin monitorinqi üçün böyük əhəmiyyət kəsb edən bir sıra məsələlərin modelləşmə prinsiplərini nəzərdən keçirək.

13.1. Ekoloji proseslərin riyazi modelləşməsi.

Riyazi model və onun məqsədləri

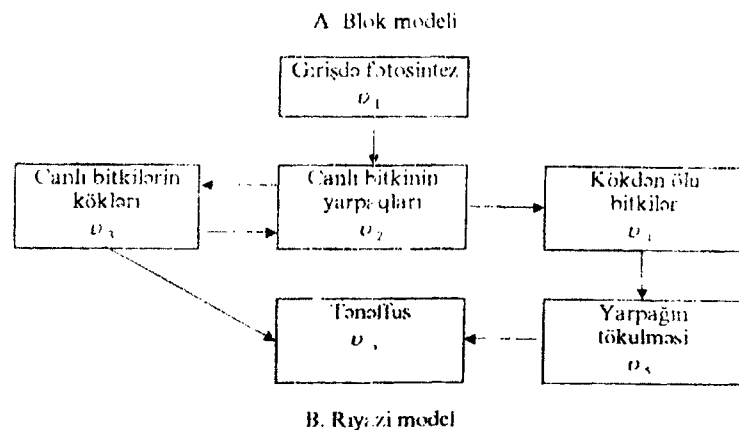
Riyazi işarələr (simvollar) mürəkkəb ekoloji sistemləri bəsit formada göstərmək imkanına malik olduğu halda riyazi tənliklər ekosistemlərin müxtəlif komponentləri arasındakı qarşılıqlı əlaqəni əks etdirməyə real şərait yaradır. Riyazi modelləşmənin əsas məqsədi ekosistemlərdə baş verən fiziki və bioloji prosesləri riyazi qanunauyğunluqlar əsasında formalaşdırmaq və sistemin ümumi analizi üçün abstrakt əksin təzahür formasını üzə çıxarmasıdır.

Ekoloji sistemlərin qeydə alınması və sistemdə gedəcək prosesləri kəmiyyət və keyfiyyət nöqtəyi nəzərindən qabaqcadan riyazi modellər vasitəsi ilə təyin olunmasının əsasını bir prinsip – sistemin səviyyələr (iyerarxiya) üzrə quruluşu təşkil edir. Bu prinsipin əsas mahiyyəti ondan ibarətdir ki, sistemin özünü necə aparacağını qabaqcadan bilmək üçün heç də vacib deyil ki, sistemin ayrı-ayrı tərkib hissələrinin daha kiçik komponentləri məlum olsun. Məsələn, antropogen amillərin təsirindən ekosistemlərdə baş verən dəyişkənliyin tədqiqi üçün sistemdə gedən bütün bioloji yaxud fizioloji dəyişikliklərin tam anlaşılması tələb olunmur. Şəkildən görünür ki, modelləşdirilən ekoloji prosesin növündən asılı

olaraq axtarılan çıxış parametrlərinin (və yaxud parametrlərin) əsas göstəriciləri və onlar arasındakı qarşılıqlı əlaqələr formalaşdırılır. Ekoloji sistemlərdə qarşılıqlı əlaqələr üç əsas qrupa bölünür. Bunlara bloklararası və bloklardaxili əlaqələr aid edilir. Şəkildə təsvir olunan ekoloji sistem üç blokdan və blokdaxili elementlərdən ibarətdir. Blokların müəyyən edilməsi üçün ilk növbədə modelin çıxışına əsas təsir göstərən parametrlər müəyyən edilir. Məsələn, əgər torpağın nəmliyinin modelləşdirilməsi tələb olunursa, burada blok kimi torpağın fərdi xüsusiyyətləri (blokdaxili elementlər rolunu oynayan tip, növ, struktur, mineral tərkib və s.), digər blokların radiasiya xüsusiyyətləri (blokdaxili elementlər rolunu oynayan havanın temperaturu, rütubəti, küləyin sürəti, Günəşin qalxma hündürlüyü, buludlar və s. kimi çıxış edirlər).

3-cü blok kimi iki blokun qarşılıqlı əlaqəsi nəticəsində meydana gələn yeni parametrlər toplusudur. Bu nəzərdən keçirilən misalda torpağın temperaturu, onun istilik keçirmə və istilik tutumu xüsusiyyətləri, buxarlanma intensivliyi, istilik şüalanması və digər blokdaxili elementlər aid edilir.

Blokdaxili elementlər arasındakı əlaqələr təqdim edilən şəkildə oxlar vasitəsilə göstərilmişdir.



Modeldə təklif olunan ayrı-ayrı blokların (V_1-V_6) ümumiləşdirilmiş funksiyasını nəzərdən keçirək.

V_1 bloku fotosintez prosesinin gedişində bu prosesdə iştirak edən parametrlər arasındakı əlaqənin riyazi təmin olunmasını müəyyən edir. Bu blokda fotosintezin getməsi üçün atmosferdə karbon qazı və Günəş şüalanması ilə bitkinin yarpaqlarında suyun miqdarı arasında optimal əlaqənin formalaşdırılması təmin olunur. Blokun çıxışı bilavasitə (V_2 bloku) əhatə etmədiyindən onların qarşılıqlı əlaqəsinin düzgün qurulması digər blokların funksional durumunu müəyyən edir. V_2 bloku V_3 və V_4 blokları ilə əlaqədardır. Belə ki, V_2 bloku ilə əlaqə düz və əks əlaqə prinsipində olur. Belə ki, bitkinin canlı kökləri ilə yarpaqların qidalanması (su və üzvi maddələrlə) bilavasitə V_1 blokunda gedən proseslərlə bağlı olur. V_2 digər tərəfdən V_4 bloku (kökdən ölü bitkilər) bloku ilə əlaqəlidir. Bu əlaqənin mahiyyəti köklərin tədricən sıradan çıxmasının bitkinin hansı göstəricilərinə təsirini səciyyələndirir. V_4 blokunun V_5 ilə əlaqəsi (yarpaqların tökülməsi) bu prosesə əsaslanır. V_4 və V_5 blokları arasında riyazi əlaqə elə yaradılmalıdır ki, köklərlə tədricən baş verən dəyişikliklər yarpaqların tökülmə intensivliyini təmin edə bilsin.

V_3 bloku (canlı bitkilərin kökləri) eyni zamanda V_6 (tənəffüs bloku) ilə əlaqədardır. Bitki köklərin tənəffüs prosesi nisbətən mürəkkəb olub torpaqda oksigenin konsentrasiyasından və torpağın fiziki kimyəvi və bioloji xüsusiyyətlərindən asılı olur. Buna görə də tənəffüs rejimini əks etdirən diferensial tənliklər iki dəyişənli tənliklərdən ibarət olmalıdır.

Ayrı-ayrı bloklar olan əlaqə müəyyən edilirərkən çalışmaq lazımdır ki, modelin nisbətən sadə olması üçün əlaqə parametrlərinin sayı olmamalıdır. Belə ki, bloklararası və eləcə də ümumi modelin keyfiyyət göstəricilərinə (əsasən dəqiqliyinə) az təsir göstərən parametrlər mümkün qədər azaldılmalıdır.

Ümumiyyətlə, riyazi modellər real ekosistemləri və onlarda gedən prosesləri mükəmməl əks etdirməyə də, onlar tətbiqi ekoloji məsələlərin həlli üçün böyük əhəmiyyət daşıyırlar. Modelin köməyi ilə tədqiqatçı sistemdə baş verən proseslərin istiqamətini qiymətləndirmək imkanı əldə etməklə yanaşı, ilk baxışda nəzərə alınmayan bəzi məqamları da nəzərə almağa və qiymətləndirməyə imkan verir.

Model müxtəlif məqsədlər üçün qurula bilər. Onlar tədqiqatların ümumi istiqamətini təyin etməkdən başlayaraq ətrafı öyrənilməyə lüzumlu bilinən problemlərin təyin olunmasına kimi böyük bir diapazonu əhatə edir. Modellər əsasən sistemin zamana görə dəyişməsinin qabaqcadan müəyyən edilməsi üçün qurulur. Modellər üç parametərə əsasən qiymətləndirilir. Bunlar **reallıq dərəcəsi**, **dəqiqlik** və **ümumilik**. Reallıq dərəcəsi modelin məsələ, bioloji quruluşunun riyazi təsəvvür verilmə xüsusiyyətidir. Dəqiqlik sistemdə baş verən dəyişmələrin qabaqcadan kəmiyyətə qiymətləndirilməsi imkanına deyilir. Ümumilik modelin tətbiq olunma diapazonudur (daha doğrusu müxtəlif vəziyyətlərdə modelin işləmə qabiliyyətidir).

Son zamanlara kimi riyazi modellər əsasən fizikaya, kimyaya, fiziologiyaya və bir sıra digər elm sahələrində tətbiq olunurdu. Göstərilən sahələrdə modellər konkret bir sistem üçün qurulur və hansı prosesin izlənilməsindən asılı olaraq onun gedişi və nəticəsi haqqında qabaqcadan məlumat verilir, daha doğrusu qarşıya qoyulan suala konkret cavab verilir. Ekoloji sistemlərdə baş verən proseslər özlərinin çoxcəhətliyi (enerji, biogen, biosenoz, növlər, antropogen amillərin çoxsaxəliyi və s.) zamana və fəzaya görə təyin olunması çətin olduğundan burada qoyulan modellər daha mürəkkəb olur və ora əlavə "araşdırıcı" elementlər daxil edilir. Bir sıra ekosistemlərin dəyişikliyi təsadüfi analiz nəticəsində baş verdiyindən, prosesin bütün komponentlərinin nəzərə alınması

mümkün olmur. Məsələn, atmosferdə baş verə bilən proseslər buna misal ola bilər.

Müəyyən olunmuşdur ki, ekoloji proseslərdə modelləşdirməni qiymətləndirən hər üç parametir eyni zamanda demək olar ki, yerinə yetirilmir.

Məsələnin qoyuluşundan asılı olaraq bu və ya digər parametərə daha çox üstünlük verilir. Məsələn, ekologiyanın tətbiqi məsələlərində dəqiqliyə daha çox diqqət yetirilir, nəinki ümumilik və reallıq dərəcəsinə.

13.2. Modelləşdirmə və sistemin analizi

Əgər məsələnin qoyuluşunda problemin şərh olunmasında əsas kəmiyyət göstəriciləri çıxış edirsə, modelləşmədə keyfiyyət göstəriciləri kəmiyyət göstəricilərinə keçir. Bu mərhələdə sistemin giriş və çıxış parametrləri arasında funksional asılılıq yaranır. Bu asılılıqlar tənlik, qrafik və analitik formada ola bilər.

Analiz informasiyanın toplanmasından başlayır. Informasiya əsasında dəyişən parametrlər arasında asılılıq yaratmaq imkanı əldə olunur. İmkan daxilində alınmış asılılıqlar dəqiqliyə görə yoxlanmalıdır ki, çıxış parametrlinə təsir göstərən hər bir qeyri-müəyyən amil aşkar oluna bilsin. Bu əməliyyatlar və onların ardıcılığı cədv. 13.1-də verilmişdir. Modelləşmənin birinci əməliyyatı informasiyanın toplanmasıdır ki, bilavasitə dəyişən parametrlər arasında yaranan əlaqənin kəmiyyətə qiymətləndirilməsində istifadə olunur. Informasiya ədəbiyyatdan, bu sahədə təcrübələr qoymuş ekspertlərdən və digər mənbələrdən alın bilər. Alınmış informasiyaların bir-biri ilə qarşılıqlı müqayisəli təhlili əsasında riyazi modelləşmənin əsas prinsipləri müəyyənləşdirilir.

Modelləşmə mərhələsində yerinə yetirilməli olan əməliyyatlar

Cədvəl 13.1

1.	Sistemin dəyişən parametrləri arasında qarşılıqlı əlaqənin kəmiyyətə təyin olunması üçün məlumatların toplanması.
2.	Sistemin dəyişən parametrləri arasında qarşılıqlı kəmiyyət əlaqələrinin seçilib konkretləşdirilməsi.
3.	Dəyişən parametrlər arası qarşılıqlı əlaqənin yoxlanılması.
4.	Səhvlərin qiymətləndirilməsi və qeyri-müəyyənliklərin təyin olunması.

13.3. Statistik məlumatlardan istifadə olunması

Çox vaxt tədqiqatçılar əldə olan hazır materiallardan istifadədə müəyyən çətinliklərlə üzləşir. Bu çətinliklərdən biri əldə olan məlumatların, tədqiqatçının, bilavasitə məşğul olduğu məsələnin həlli üçün yox, əsasən başqa məqsədlər üçün toplanmış olmasıdır. Ona görə də ilk baxışda həmin materiallar ona gərəksiz kimi görünür.

Məsələn, tutaq ki, tədqiqatçı otlaq sahələrinin məhsuldarlığı ilə ət istehsalı arasındakı əlaqəni müəyyənləşdirməyə çalışır. Məsələnin göstərilən şəkildə qoyulması qarşıya qoyulmuş problemi tam açmağa imkan vermir. Belə ki, otlaq sahələrin məhsuldarlığı torpağın aqrofiziki və kimyəvi xüsusiyyətləri ilə yanaşı həmin ərazidə meteoroloji şəraitdən, heyvanların növündən, eroziya proseslərinin intensivliyindən və nəhayət heyvanlara göstərilən xidmətlərin səviyyəsindən asılıdır. Heyvanlarda kökəlmənin xüsusiyyətlərinin zamandan asılı olaraq müəyyənləşdirilməsi üçün buna təsir göstərən əsas amilləri və onların qarşılıqlı əlaqəsinin nə dərəcədə nəzərə alınması modelin ilkin quruluşunun əsas xüsusiyyətlərindən biridir.

Əgər statistik məlumat otlaqda qidalanan heyvanların yaşı ilə onların kökəlmə intensivliyi arasında korrelyasiya yaradırsa, o zaman heyvanların yaşından asılı olaraq tələb olunan qidanın miqdarı haqqında məlumat da verilməlidir. Çünki heyvanların yaşından asılı olaraq hər yem vahidinə düşən ətin miqdarı

müxtəlif olur. Ona görə də bilavasitə yem vahidi ilə ətin miqdarı arasında korrelyasiya yaratmaq prosesinin tam izlənməsinə imkan vermir. Əgər model bu tipdə yaradılsa, onun xətası çox böyük ola bilər. Çünki alınmış məlumatlarda heyvanların yaş tərkibi nəzərə alınmayıb.

Göstərilən məsələ analitik formada da verilə bilər. Fərz edək ki, heyvanın ət vermə qabiliyyəti (diri çəkiyə görə) heyvanın yaşının a və kütləsinin ω funksiyasıdır. İlkin analitik asılılıq təcrübə olaraq aşağıdakı formada verilə bilər

$$\left(\frac{dS}{d\omega}\right) = \frac{dS}{da} \left(\frac{\partial a}{\partial \omega}\right)_f,$$

burada f göstərir ki, tələb olunan yem vahidi sabitdir. Bu tənliyin analizi göstərir ki, heyvanların ət vermə qabiliyyəti çəkinin yaşdan asılılığına görə dəyişir. Əgər fərz etsək ki, heyvanların hamısı eyni yaşlıdır və onların tələb etdiyi qida məhsulu da eynidir, bu zaman

$$\left(\frac{\partial S}{\partial \omega}\right)_a = \frac{dS}{da} \left(\frac{\partial a}{\partial \omega}\right)_a = 0.$$

Beləliklə, yaş səviyyəsi eyni qaldığı üçün vahid kökəlməyə sərf olunan qida enerjisi dəyişmir.

Əldə olan məlumatlardan istifadənin digər çətinliyi, həmin məlumatların hansı yolla əldə olunmasıdır. Model yaradılarkən müxtəlif mənbələrdən fərqli zamanlarda müxtəlif yollarla alınması məlumatların müqayisə olunarkən məlumatların toplanma üsulu da nəzərə alınmalıdır.

İnformasiyadan istifadə də üçüncü çətinlik onların dəqiqlik dərəcəsi ilə müəyyən olunur. Məlum olduğu kimi, hər bir təcrübə ətraf mühitə bu və ya digər dərəcədə təsir göstərir. Ona görə də təcrübələr olmadığı şəraitdə ətraf mühitin real vəziyyəti ilə insan müdaxiləsi ilə yaranan ətraf mühitindəki şərait arasında müəyyən fərqlər labüddür. Digər tərəfdən ölçmə

metodlarının tam mükəmməl olmaması və sistemə təsir göstərən bütün amillərin nəzərə alınmaması informasiya materialların dəqiqliyini sual altına qoyur və onların istifadəsini xeyli çətinləşdirir.

Əgər deyilənlərə həmin məlumatların əldə olunmasından modelin qurulmasına qədər olan zaman müddətində baş verə biləcək dəyişmələri də nəzərə alsaq, statistik məlumatlardan istifadənin çətinlikləri və düzgünlüyü tam aşkar olur.

13.4. Məlumatların ekspertlərdən və xüsusi təcrübələr əsasında alınması

Bir sıra hallarda məlumatların tam olmaması səbəbindən sistemin dəyişən giriş və çıxış parametrləri arasında funksional asılılıq yaradıla bilmir. O, zaman ekspertlərin mülahizələrindən istifadə edilməlidir. Digər tərəfdən ekspertlər tədqiqatçıya aşağıdakı köməyi göstərə bilərlər:

- məlumatların dəqiqliyi və etibarlılığı nöqteyi-nəzərindən onların tətbiqinin qiymətləndirilməsi;
- sistemin variantlarının və idarə olunan dəyişən parametrlərinin dəqiqləşdirilməklə;
- kəmiyyət nöqteyi-nəzərindən ümumi maraq kəsb edən göstəricilərin müəyyənləşdirilməsi;
- məqsədin və ona uyğun göstəricilərin nisbi vacibliyinin təyin olunması.

Ekspertin qiyməti bir sıra hallarda ictimai vəziyyəti ilə əlaqədar olaraq qeyri-tam və qüsurlu ola bilər. Məsələn, şəxsi maraqları neft sənayesinin maraqları ilə üst-üstə düşən ekspert neftin emalının və nəqlinin ətraf mühitə vurduğu zərər haqqında müfəssəl qiymət verməsi mükəmməl xarakter daşıya bilməz. Çünki bu halda onun tərəfindən verilən real qiymət onun cəmiyyətdə tutduğu mövqeyə ciddi zərər verə bilər. Digər tərəfdən belə ekspertlər düzgün məlumatları başqa səpgidə interpretasiya edə bilərlər. Yenə yuxarıda göstərilən neft istehsalı ilə məsələyə qayıdaq. Artıq müəyyən olunub ki,

dənizdən çıxarılan neftin bir hissəsi obyektiv və subyektiv səbəblər üzündən dənizə tökülür və məlumdur ki, hər bir ton neft orta hesabla 12 km^2 yayılaraq dəniz sahəsini çirkləndirir. Deməli, dənizdə neftin çıxarılmasının artımı hökmən dənizin əlavə çirklənməsinə şərait yaradır. Rəyi soruşulan ekspert isə ilk növbədə neftdən gələn gəliri müsbət amil kimi qiymətləndirərək, ətraf mühitə dəyən zərəri nədənsə nəzərə almaq istəmir.

Tədqiqatçı ekspertin rəyində hər hansı uyğunsuzluq hiss etdikdə boşluğu doldurmaq üçün, göstərilən sahə ilə bilavasitə əlaqəsi olmayan, lakin (hökumət təşkilatlarında) məşğul olan digər ekspertə müraciət etməli və aldığı məlumatları müqayisə edərək son nəticəni özü çıxarmalıdır.

Bir çox hallarda problemin həlli üçün tədqiqatçının əlində olan məlumatlar və ekspertlərin rəyi qənaətbəxş olmur. Belə şəraitdə tədqiqatçı özü bu sahədə xüsusi təcrübələr həyata keçirməlidir. Təcrübələrin tədqiqatçının özü tərəfindən aparılmasının bir üstünlüyü də ondan ibarətdir ki, tədqiqatçı təcrübələr zamanı nəzərə alınmalı olan əsas parametrləri nəzərdə saxlaya bilər. Məsələn, müəyyən olunsun ki, hər hansı bir dəyişən parametr böyük bir intervalda məsələnin həllinə təsir göstərmir onun ölçmə dəqiqliyinin artırılmasının mənası yoxdur. Bəzən isə əksinə - sistemə ilk baxışda təsir göstərməyən bir amilin böyük hədd daxilində dəyişməsi öyrənilən prosesin məsələnin gedişinə təsir göstərə bilər.

Bütün lazımı informasiya toplandıqdan sonra dəyişən parametrlərin bir-birindən asılılığını göstərən tənliklər, qrafiklər və cədvəllər tərtib oluna bilər. Bunun üçün reqressiv analizdən istifadə etmək olar. Bunun mahiyyəti ondan ibarətdir ki, əmsalları məlum olmayan dəyişən parametrlər arasında funksional asılılıq yaradılır. Bu halda reqressiya əmsallarının hesablanması səhvlərin ehtimal inteqrallarının təyin olunması yolu ilə həyata keçirilir (qeyd etmək lazımdır ki, ekoloji proseslərin riyazi modelləşdirilməsi ilə məşğul olan tədqiqatçı

riyazi və funksional analizdən yaxşı məlumatlı olmalıdır). Bundan əlavə sistemdə dəyişən parametrlərin dəyişmə sürətini təyin etmək üçün sistemin kəsilməz tənlilikləri yazılmalı və onların qeyri-müəyyən əmsalları ilkin məlumatlar əsasında müəyyənləşdirilməlidir.

Ümumiyyətlə, dəyişən giriş və çıxış parametrləri arasında qarşılıqlı şəhrini vermək həmişə mümkün olmur. Belə hallarda giriş və çıxış parametrləri arasındakı əlaqəni yaratmaq üçün cədvəllərdən istifadə etmək daha məqsədəuyğun hesab olunur. Cədv. 13.2-də nəqliyyatın müxtəlif sahələrində səs-küyün qiymətləndirilməsi verilmişdir.

Müxtəlif nəqliyyat sahələrində səs-küyün qiymətləndirilməsi

Cədvəl 13.2

Nəqliyyat xəttləri	Səs-küyün səviyyəsi, dB	Səs mənbəyi ilə insanlar arasındakı məsafə, m	Qiymətləndirmə əmsalı
Şosse yolu	68-73	30-120	0,6
	> 73 (fasilsiz səs-küy)	< 30	0,2
Aeroport	90-105	3200-6500	0,6
	> 105 (qalxma və enmə zamanı fasilləli səs-küy)	< 3200	0,2

Qiymətləndirmə əmsalları 0-dan 1-ə kimi qiymətlər ala bilər. Burada 0 arzu olunan səviyyə, 1- ən çox arzu olunan səviyyədir. Qiymətləndirmə əmsalı subyektiv kəmiyyətdir və ümumi maraq dairəsində olan insanların fikirlərini əks etdirməlidir.

13.5. Fərziyyələrin və qeyri-müəyyənliyin azaldılmasının qiymətləndirilməsi

İstənilən elm sahəsində aparılan tədqiqatlarda həmişə müəyyən fərziyyələr nəzərə alınır. Çünki istənilən sistemə təsir göstərən bütün amillərin nəzərə alınması təcrübə olaraq mümkün deyil. Məsələn, yuxarıdan düşən kərpicə düşmə sürətinə kosmik cisimlərin və yerdə olan obyektlərin təsir göstərilsə də kərpicə düşmə sürətinin hesablanmasında fərz edilir ki, göstərilən amillərin təsiri çox kiçik olduğundan onları nəzərə almamaq olar.

Bir sıra hallarda fərziyyələr modelin quruluşunda nəzərə alınan dəyişənlərin azaldılması üçün qəbul edilir.

Şübhəsiz ki, bu və ya digər fərziyyələrin qəbul edilməsi modelin ümumi dəqiqliyini azaldır və tətbiq olunma həddlərini məhdudlaşdırır. Məsələn, tutaq ki, sistemin dəyişən giriş parametri 15-20% həddində dəyişməsinə baxmayaraq biz onu sabit kəmiyyət kimi fərz ediriksə, deməli ümumi nəticə də 15-20% həddində fərqli olacaq. Fərziyyələr qəbul edilərkən məsələnin qoyuluşu nəzərə alınmalıdır. Məsələn, əgər yaxın beş il üçün dünyanın qlobal temperaturunda proqnozlaşdırılması tələb olunursa, yuxarıda göstərilən xəta çox böyük qiymətdir. Çünki illik orta temperatur dəyişkənliyi $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ həddində olur. Əgər məsələ beş ildə yerüstü nəqliyyatdan istifadə edənlərin ümumi sayının proqnozlaşdırılmasından gedirsə, yuxarıda göstərilən hədd buraxılan hədd hesab oluna bilər. Bu və ya digər məsələlərin həllində fərziyyələrdən istifadə olunması əsasən təcrübələr əsasında formalaşır və tədqiqatçıdan, yəni subyektiv amillərdən asılı olur.

Ekspertləri səciyyələndirən əsas xüsusiyyətlərdən biri də məsələnin qoyuluşundan asılı olaraq lazımi fərziyyələrin qəbul edilməsinin məsləhət görməsidir. Müxtəlif tədqiqatçılar tərəfindən bir-birini təkzib edən nəticələrin alınması çox vaxt onlar tərəfindən müxtəlif fərziyyələrin tətbiq edilməsi

nəticəsində alınır. Alınmış nəticələr arasındakı fərqlərin səbəbini aydınlaşdırmaq məqsədi ilə tədqiqatçıların tətbiq etdikləri fərziyyələr qarşılıqlı müqayisə edilərək təhlil olunur.

Ətraf mühitə və cəmiyyətə aid və tədqiq olunan, aşağıda göstərilən bir sıra elementləri fərziyyələr vasitəsilə baxıla bilər:

- sistem daxilində olan, lakin özünü birincisi aparan yarım sistemlər (yarım sistemlər nə qədər kiçik götürülsə, dəqiqlik bir o qədər yüksək olmaqla yanaşı, sistemin analizi də bir o qədər çətinləşir);

- sistemin sərhədləri müəyyənləşdirilərkən fərz edilir ki, sistem xaricində təsir göstərən amillər dəyişməz qalır və sistemin özündə baş verən dəyişikliklərin təsiri minimum olur;

- fərziyyəyə görə sistemin elementlərinin bir-birinə qarşılıqlı təsiri, sistemin başqa hissəsində də olan təsirlə eyni xarakterlidir;

- ümumi maraq dairəsinə mənsub olan cəmiyyətin sistmə təsirinin qiymətləndirilməsi və sistemin bu təsirə reaksiyası.

Əgər sistem analiz olunarkən hər hansı bir məlumat, dəyişən parametrlərin proqnozlaşdırılması, strukturun elementlər arasındakı qarşılıqlı əlaqəsində təşkil edir – 200 metrədən başlayaraq orada ümumiyyətlə oksigen olmur. Oksigen amili ona görə hər tərəfli qiymətləndirilir ki, bu dəniz və şirin sularda əksər orqanizmlərin yaşamasının əsasını təşkil edir (cə. 13.3.).

Suyun özünə xas olan fiziki xassələrindən asılı olaraq onun temperaturu böyük hədd daxilində dəyişir. Bu proses suyun istilik tutumunun yuxarı olması və onun sıxlığının temperaturdan asılılığı ilə əlaqədardır.

Beləliklə, yerüstü şəraitdən asılı olaraq havanın temperaturunun dəyişməsi ilə yer səthinin temperaturunun böyük hədd daxilində dəyişməsindən fərqli olaraq suların temperaturu havanın temperaturundan asılı olaraq çox az dəyişir.

Normal təzyiqdə müxtəlif temperaturlarda 1 litr suda oksigenin həll olma

Cədvəl 13.3

Dəniz suyunda	Şirin sularda		Temperatur, °C
	sm ³ /l	Mq/l	
7,97	10,244	14,16	0
7,07	8,979	12,67	3
6,35	7,96	10,92	10
5,79	7,15	9,76	15
5,31	6,50	8,84	20
4,86	5,95	8,11	25
4,46	5,42	7,53	30

13.6. Meliorasiya sisteminin modeli

Meliorasiya sistemində suyun miqdarını yağıntılar, buxarlanma, torpaqda şaquli istiqamətdə suyun hərəkəti, cay axınları, su anbarları ilə quru arasında su mübadiləsi, nəmliyin atmosfer tərəfindən aparılması kimi amilləri təşkil edir. Bu sxemin konkret formasını mikrorelyef, torpağın tipi və xassələri, torpağın səthi nəmliyi, qrun sularının yerləşmə səviyyəsi, mikroiklimin xüsusiyyətləri və s. müəyyənləşdirir.

Ümumi sxemdən işçi modelə keçilməsi balans münasibətlərinin qeydə alınması ilə həyata keçirilir. Beləliklə, meliorasiya sistemini əhatə edən ərazi üzərində atmosfer nəmliyi adi diferensial tənliklə ifadə olunur:

$$\frac{dW}{dt} = E - R - (V - B),$$

burada W, E və R - gələn və çıxan nəmlik axınları, V - buxarlanma, B - yağıntını göstərir.

Analoji tənliklər digər mənbələr üçün də yazılır. Axınların qeydə alınması əsas əməliyyatlardan hesab olunur. Göstərmək lazımdır ki, bu əməliyyatlar heç də həmişə yüksək səviyyədə

aparılmır. Buna görə modelin formalaşdırılmasının başlanğıcında informasiya bazalarının dəqiq sərhədləri təyin olunmalıdır.

Bu mövzu üzrə düşüncələrin spektrini nümayiş etdirmək məqsədilə məlumat bazasının bir fragmenti üzərində dayanaq. Tədqiqat regionunda su axınları haqqında məlumatları üç yerə bölmək olar: kontakt və məsafədən ölçmə vasitəsilə alınan məlumatlar, klassik modellər və düsturlar ilə alınan məlumatlar və nəhayət ekspertlərin verdiyi məlumatlar.

Məsələn, E və R axınları müəyyən ölçmə cihazları ilə təchiz olunmuş peyklər və təyyarə-laboratoriyalar vasitəsi ilə tədqiq oluna bilər. Ölçmələr arası müddət ərzində küləyin sürəti və istiqaməti haqqında sinxron məlumat əldə etməklə E və R -in qiymətləndirilməsində məlumatların bərpəedici alqoritmindən istifadə etmək olar.

Yağıntılar və çayların axını haqqında məlumatların hidrometeoroloji xidmət bülletenlərindən əldə etmək olar. Quru və su səthində buxarlanma prosesinin qiymətləndirilməsi bir sıra məlum düsturlar vasitəsilə hesablamaq olar. Bunlardan Permanmonteyn, Şrayber-Oldison, Budika və başqalarının düsturlarını göstərmək olar.

Bir sıra proseslərin, o cümlədən torpaqda su süzülməsini, transpirasiyasını və suyun yeraltı sirkulyasiyasının qiymətləndirilməsi daha mürəkkəb xarakter daşıyır. Belə hallarda müəyyən hesablama düsturlarının çıxarılması üçün konkret sistemin istismarı üçün alınan nəticələri, yerin relyefini, bitki örtüyünün növünü, bu və ya digər anomal hadisələrin mövcud olması faktları nəzərə alınır.

Modeldə antropogen amilin təsiri müəyyən aprior səhnələrin (su anbarlarının, bəndlərin və su təchizatı dövrəsinin təsiri) xüsusiyyətləri də nəzərə alınmalıdır.

13.7. Hidrosferin modeli

Yerin süni peyklərinin yaradılmasına kimi yerin qlobal su sirkulyasiya modelinin qurulması haqqında həttə fikirləşmək belə mümkün deyildi. Bunun əsas səbəbləri göstərilən sistemin çox mürəkkəb olması ilə yanaşı mövcud məlumatların dağınıq olmasında idi. Ətraf mühitin parametrlərinin peyk vasitəsilə ölçülməsi qısa müddət ərzində biosferanın müxtəlif rezervuarlarında, o cümlədən atmosferdə suyun miqdarını təyin etməyə imkan verdi. Bu ölçmələr zamanı sinxron olaraq temperatur, küləyin sürəti və istiqaməti, atmosfer təzyiqi, səthi istilik balansı, yer relyefinin xarakteri təyin olunur ki, bunlar da qlobal nəmlik mübadiləsinin modelini yararmağa imkan verir. Belə ölçmələr “Kocmoc-243”, “Kocmoc-324”, “Nimbus-7”, “Skayleb”, “Tuppos-11”, “Blok-5D” və digər peyklər vasitəsilə həyata keçirilmişdir.

Biosferdə suyun davranış modelinin qurulması üçün xüsusi sxem işlənib hazırlanmışdır. Müasir elmi potensial su ehtiyatları ilə və onun hərəkəti haqqında belə bir sxemin hazırlanması üçün bütün imkanlara malikdir. Su ehtiyatı müxtəlif formalarda vahid səth üzərində su təbəqəsinin orta hündürlüyü ilə qiymətləndirilir. Bu halda fəza qeyri-bircinsliyi regional struktur ilə qeydə alınır. Xüsusi hallarda regional struktur kimi qlobal modellərdə 4° enlik və 5° işə coğrafi uzunluq arasında qalan sahə nəzərdə tutulur. Qeyd etmək lazımdır ki, atmosferin fəza və zamana görə sirkulyasiyası daha mürəkkəbdir. Bunun üçün xarakterik cəhət zonalar və meridianlar üzrə hərəkətin növbələşməsidir. Bu halda dörd xarakterik sirkulyasiya zonası seçilir – ekvator, subtropik, polyar və orta qurşaqlar.

Qlobal nəmlik strukturunun formalaşması əsasən okeanlar arası su mübadiləsinin dinamikasından asılı olur. Okeanları əlaqələndirən ən güclü axın Antarktika dairəvi axınıdır. Bu axının gücü saniyədə $(183 \div 215) \cdot 10^6 \text{ m}^3$ təşkil edir.

Qlobal nəmlik mübadilə modelinin qurulması üçün digər nəzərə alınmalı vacib şərtlərdən biri təsərrüfat məqsədləri üçün sudan istifadənin tendensiyasıdır. Suyun əsas istifadəçiləri əhali, sənaye və kənd təsərrüfatıdır. Su istifadəçiləri hiss olunan nəticələri kimi çay axınlarının fluktuasiyası və suyun bir hissəsinin suyun dövrünə qaytarılmasıdır. Bu haqda qlobal nəmlik mübadiləsi modeli demoqrafik modelə sıx əlaqədardır.

Modeldə bir sıra komponentlər, o cümlədən – Antarktida-nın, Qrenlandiyanın, Arktikanın və yüksək dağ ərəzilərinin su ehtiyatının akkumulyasiya xüsusiyyətləri ilə xarakterizə olunur.

Modelin yazılışı mürəkkəbləşməsinə deyə, biz su balansını donmuş halda qiymətləndirək

$$\frac{dW_g}{dt} = W_{er} - W_{as} - W_{bux},$$

burada dW_g - donmuş halda su ehtiyatı; W_{er} - buzun əriməsi;

W_{as} - buzun ərimə sürəti; W_{bux} - buxarlanmanın qiyməti.

Analoji struktur digər su rezervuarları üçün də doğrudur.

Qlobal monitoring informasiya sistemində suyun dövrü bloklar şəklində verilir, hər bir blokda suyun faza vəziyyəti nəzərə alınır. Bunun nəticəsində modelin funksional xüsusiyyəti genişlənir və faza vəziyyətlərində olan su ehtiyatlarını qiymətləndirmək imkanları əldə olunur.

13.8. İqlim modeli

İqlim modelinin yaradılması mühüm məsələlərdən hesab olunur. Belə ki, Yerin iqlimi insan fəaliyyətinin istiqamətindən çox asılıdır. Digər tərəfdən sənayenin, kənd təsərrüfatının və sosial sahənin inkişafı hər bir region üçün iqlimdən asılı olduğu üçün onun proqnozlaşdırılması mühüm məsələlərdən hesab olunur. Mövcud iqlim modelləri bu tələblərə cavab vermədiyindən monitoringdə istifadə olunmağa yaramır. Buna

görə müxtəlif iqlim layihələrində iqlim sisteminin ayrı-ayrı elementlərinin tədqiqi ilə yanaşı sadələşdirilmiş modellər yaratmağa çalışırlar. Onlar statistiki iqlim göstəricilərini izləyə bilirlər və biosferanın parametrlərinin dəyişməsinə düzgün reaksiya verməlidirlər.

Sadələşdirilmiş iqlim modellərinin yaradılması atmosferin temperaturunun energetikadan asılılığını, atmosferdə müxtəlif qazların miqdarından, parnik effektinin mövcudluğundan, Yer səthinin təsirindən, su hövzələrinin vəziyyətindən, buludlar və aerosolların və s. nəzərə alınmasından asılı olur. Təəccüblü deyildir ki, hal-hazırda bir çox aparıcı ölkələrin iqlim layihələri mövcuddur və hər bir ölkə öz texniki imkanları çərçivəsində bu layihələri reallaşdırmağa çalışır.

Parnik effektinin yaranmasının əsas səbəbləri atmosferdə ozonun paylanması, miqdarından və atmosfərə karbon qazının, metanın, azot və kükürd oksidlərinin və tərkibində uçucu birləşmələr olan kimyəvi maddələrin atılmasından irəli gəlir.

Çox dəqiqlik tələb olunmadığı halda yer səthi atmosferin temperaturunun dəyişməsi aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur:

$$\Delta T_1 \leq \frac{4 \ln z}{\ln 2},$$

burada $z = C(t)/C(1850)$; $C(t)$ - t anında atmosferin tərkibindəki istixana qazlarının konsentrasiyası; $C(1850)$ - həmin kəmiyyət 1850-ci il səviyyəsində qiyməti.

Atmosferin temperaturundan (T_a) okean səthinin temperaturuna T_0 keçmək üçün aşağıdakı düsturdan istifadə olunur

$$T_0 = a + b T_a,$$

$$\frac{dy_i}{dt} = A_i y_i + F_i; \quad i = 1, 2, 5,$$

burada A_{ij} - relaksasiya matrisasının əmsalıdır; F_i - təsadüfi həyəcanlanma; y_i - y vektorunun komponentidir.

A_{ij} matrisası T, D, I - meteokəmiyyətlərinin avtokorrelasiya əlaqələrinə əsasən hesablanır.

Əgər I parametri ölçülməyibsə, bu kəmiyyəti peyk müşahidələrinə əsasən buludluluq (S) kimi qəbul etmək olar.

İqlim modelinə eyni zamanda yer səthinə düşən, yaxud onu bürüyən qarın (Q) və buzun (R) qalınlığı da daxil edilir.

Yağıntılarda intensivliyi r məlum olduğu halda yağmış qarın miqdarını hesablamaq olar:

$$f = (27,5 - 0,1 T_a) r.$$

Bu düsturu Sellers düsturu ilə tamamlasaq, yəni qarın kütləsinin azalmasını ifadə etsək: $q = q_0 + q_i$; burada q_0 - buxarlanma, q_i - ərimədir. Nəticədə qarın qalınlığı üçün model yaratmış olarıq:

$$Q(t + \Delta t) = Q(t) + f - d.$$

Göstərilən sadə blokları toplamaqla biz iqlim nəzəriyyəsinə görə çox sadə, təcrübi məqsədlər üçün isə çox əlverişli olan model almış oluruq.

Sadə modeldən istifadə edilməsi heç də daha mürəkkəb və dəqiq modeldən imtina etmək deyil. Bu sadəcə olaraq iqlimin proqnozlaşdırılması üçün tətbiqə sadə olan bir modeldən istifadənin mümkünlüyünü göstərir.

13.9. Biogeosenotik proseslərin modeli

Yerüstü ekosistemlərdə proseslərin parametrləşdirilməsi quruda ekoinformasiya monitorinqinin əsas məqsədlərindən hesab olunur.

Bitki örtüyünün modelləşdirmə üsullarının əsasını fitosenologiyada fundamental tədqiqatların nəzəri əsaslarını təşkil edir.

Göstərilən modelin əsas hissələrindən biri bitkilərin məhsuldarlığının qeydə alınmasıdır. Yerüstü bitkilərin məhsuldarlığın dəyişməsi prosesini 4 ünsür təşkil edir: fotosintez, tənəffüs, böyümə və ölmə. Fotosintez prosesində bitkilərin yarpaqları Günəş enerjisinin təsiri ilə havadan karbon qazını (CO_2), torpaqdan köklər vasitəsilə qida maddələri mənimsəyərək bitkiyə tələb olunan üzvi maddələr yaradırlar. Bu proseslə yanaşı transpirasiya prosesi gedir ki, bunun da baş verməsi zamanı bitki su və qida maddələri ilə təmin olunur, bitkilərin temperaturu tənzimlənir. Fotosintezin sürəti radiasiyanın fotosintez aktivliyindən, suyun miqdarından, mövcud temperatur rejimindən, atmosferdə karbon qazının konsentrasiyasından, torpağın məhsuldarlığından və bitkilərin növündən asılı olur.

Riyazi modelləşdirilmə dilində bitkilərin biokütləsinin sıxlığı (P) dəyişəni ilə verilir. Bu zaman bitkilərin biokütləsinin dəyişməsinin aşağıdakı diferensial tənliklə approksimasiya etmək olar:

$$\frac{dP}{dt} = \min\{\rho, p, R\} - M - U,$$

burada ρ - məhsulun biokütləyə nisbətinin maksimal mümkün qiyməti; R - bitkilərin real məhsuldarlığı; M və U - ölüm kəmiyyəti və vahid zaman ərzində tənəffüsə sərf olunan enerji.

Modelə daxil olan elementləri ayrı-ayrılıqda dəqiqləşdirmək üçün müxtəlif riyazi çevirmələr həyata

keçirilir. Məsələn, R komponenti işıqlanmanın I funksiyası kimi verilir. Yəni,

$$R_I = k I \left(\frac{k}{\mu} + I \right),$$

burada k - fotosintezin maksimal qiymətidir; μ - fotosintez ayrisinin başlanğıc mailliyidir.

Karbon qazının fotosintezin sürətinə təsiri təcrübə olaraq yerdə və hətta kosmik şəkillərdə yaxşı öyrənilmişdir. Bir çox tədqiqatçılar bu prosesi riyazi olaraq aşağıdakı kimi göstərirlər:

$$R_C = \frac{dC}{(Q + C)},$$

burada Q - karbon qazının atmosferdəki konsentrasiyasıdır. Bu qiymətdə $R_C = \frac{d}{2}$ olur, d - sabitdir, C - parnik effekti yaradan qazların konsentrasiyasıdır.

Fransız tədqiqatçısı Şartye fotosintez prosesinin işıqlanmadan və CO_2 -nin konsentrasiyasından asılılığı müəyyənləşdirmək üçün sadə ifadə vermişdir

$$R_{IC} = \left(\frac{\beta}{I} + \frac{m}{c} \right)^{-1}.$$

Real müşahidə nəticələri vasitəsi ilə hesablama (model üzrə) nəticələri arasında müəyyən fərqi olması tətbiq olunan modelin yüksək dəqiqliyə malik olmamasını göstərir. Həqiqətən də bitkilər öz fəaliyyətlərində mürəkkəb bir sistemə bənzəyirlər. Ətraf mühitin xüsusiyyətindən asılı olaraq bitki özünün "strategiyasını" seçir ki, bu da ətraf mühitlə enerji mübadiləsinin effektivliyini göstərir.

13.10. Geokimyəvi dövrün modeli

İnsan fəaliyyətinin ən ağırlı aspektlərindən biri ətraf mühitin çirklənməsidir. İnsan fəaliyyətinin miqyası elə bir həddə çatıb ki, təbiət artıq özündə baş verən dəyişiklikləri tənzimləmək imkanına malik deyil. Bunun nəticəsi əks - əlaqə prinsipinə uyğun olaraq ətraf mühitə göstərilən təsir insanın özünə qarşı yönəlmiş olur. Buna görə də çirklənmə monitorinqi ətraf mühitin mühafizəsində aparıcı sahələrdən biri hesab olunur. Burada ən vacib şərtlərdən biri çirklənmənin qeydə alınan konsentrasiyasının kəmiyyətə qiymətləndirilməsi yox, bütün geokimyəvi proseslərin nəzərə alınması ilə ətraf mühitdə təkamül prosesinin proqnozlaşdırılmasıdır. Başqa sözlə desək, geoinformasiya monitorinqinin təşkili üçün bir sıra kimyəvi elementlərin biosfera tsiklini xarakterizə edən modellərin qurulması tələb olunur.

Geokimyəvi tsikllərin modelləri yüksək səviyyədə tərtib edilmişdir. Avropanın meteoroloji sintez mərkəzi və NATO atmosferdə onu çirkləndirici maddələrlə transsərhəd ötürmələr çirkləndirə bilən bir sıra həssas və çox səviyyəli proseslərində riyazi modellər yaratmışdılar. Bu məqsədlə Avropada çirkləndiricilərin inventarizasiyası aparılmış, bütün dünya üzrə çirkləndirici maddələrin mənbələrin təsnifatı işlənilib hazırlanmış, azot və kükürd oksidlərinin, metanın, müxtəlif yuyucu üzvi maddələrin xarakteristik göstəriciləri təyin edilmişdir.

Yaradılmış modellərdən Almaniya atmosferin çirklənməsini qiymətləndirən modelini və ətraf mühitin üçölçülü çirklənmə modelini xüsusilə qeyd etmək olar. Sonuncu modelin köməyi ilə bir sıra məsələlər operativ surətdə həll oluna bilmişdir. Məsələn, Çernobil qəzasının nəticələrinin qiymətləndirilməsi buna misal ola bilər.

Bu nöqteyi-nəzərdən geokimyəvi monitorinqdə aerokosmik üsulların tətbiqinin böyük həyatı əhəmiyyəti

vardır. Bu üsulun tətbiqi nəticəsində bir sıra kimyəvi maddələrin hərəkətinə böyük miqyasda nəzarət etmək imkanı əldə olunur.

Geokimyəvi tsikllərin təyində modelin qurulma prinsipini nəzərdən keçirək. Əgər S mühitində A elementinin t anında mövcudluğu $A_s(t)$ kimi göstərsək, bu halda enerji və maddələrin saxlanması qanununa uyğun olaraq balans tənliyini yazı bilərik:

$$\frac{dA_s(t)}{dt} = \sum_j H_{js} - \sum_i H_{si},$$

burada H_{js} və H_{si} - uyğun olaraq giriş və çıxış axınları adlanır. Cəmləmə j və i mənbələrinin hesabına gedir. Belə modellər karbonun, azotun, kükürdün, fosforun və oksigenin global dövrünün modelləşməsində reallaşdırılıb. Oxucuda bu modellərin mürəkkəbliyi haqqında fikir formalaşdırmaqdan ötrü kükürdün bəzi birləşmələrinin siyahısını nəzərdən keçirək (cədvəl 13.4).

Kükürd tərkibli əsas kimyəvi birləşmələrin yerüstü və okean axınlarında xarakteristikaları, mln.t/il

Cədvəl 13.4

Kükürd axını	Kükürd axınının kəmiyyətə qiyməti	
	Quru	Okean
Vulkanik mənşəli		
H ₂ S	1	0,3
SO ₂	2	1
SO ₄	2	1
Texnogen mənşəli		
H ₂ S	4	0,1
SO ₂	51	5
SO ₄	26	-
H ₂ S-in SO ₂ -yə kimi oksidləşməsi	63	41
SO ₂ -nin SO ₄ -ə kimi oksidləşməsi	75	22

SO ₄ -ün quru qalıqı	21	14
SO ₄ -ün yağışla yağması	70	52
Bioloji mənşəli		
H ₂ S	58	16
SO ₄	63	56
SO ₂ -nin bitki ilə mənimsənilməsi	42	145

Geokimyəvi tsikllərin modellərinin müxtəlifliyi çirkləndiricilərin fiziki, kimyəvi və bioloji xüsusiyyətləri ilə əlaqədar olur. Çirkləndiricilərin təsnifatının verilməsi göstərilən müxtəlifliyi əks etdirdiyindən tədqiqatçının probleminin həllinin yanaşma xüsusiyyətindən asılı olur. Hamı üçün yeganə olan prinsip ondan ibarətdir ki, modellərin seçilməsində obyektivlikdən uzaq olmamaq üçün sistemli yanaşmadan istifadə edilməlidir.

13.11. Antropogen proseslərin modelləşdirilməsi

Bu modelləşmə monitorinqin təşkilində ən mürəkkəb mərhələlərdən biri hesab olunur. Müxtəlif sferalarda insan fəaliyyətini model dilinə çevirmək böyük zəhmət bahasına başa gəlir. Bəşəriyyətin ətraf mühitlə qarşılıqlı təsir qanununun formalaşdırılması bu məsələni nisbətən də olsa asanlaşdırır. Bu qanunun məğzi ondan ibarətdir ki, ətraf mühitə istənilən təsirin başlanğıcı, təsirin miqyasından asılı olmayaraq elmi əsaslarla proqnozlaşdırılmalıdır.

Antropogen təsirin qanunauyğunluğunun formalaşmasının əsasını əhalinin artımı ilə əlaqədar olaraq ətraf mühitə təsirin güclənməsidir. Ətraf mühitə təsir göstərən bir sıra kateqoriyalar, o cümlədən “enerji istehsalı”, “istehlak olunan mineral ehtiyatlar”, “kapital qoyuluşu” bilavasitə əhali artımı ilə əlaqədardır. Axırncı 100 ildə müşahidə olunan bu asılılıq elə bir həddə gəlib çatmışdır ki, insanın özünün bir bioloji növ kimi mövcudluğu şübhə altına qoyulmuşdur.

Bunun təsdiqi kimi antropogen amillərin effektivliyinin mütləq və nisbi göstəricilərinin artımını göstərmək olar. Məsələn, ABŞ-da bir nəfərə düşən enerji istehsalı il ərzində 2,5% artmışdır. Ümumiyyətlə, dünya üzrə götürsək, enerji artımı əhali artımından 2,0% çoxdur. MDB ölkələrində axıncı 10 ildə əhali 1,2% artdığı halda, enerji istehsalı 5% artmışdır.

Ümumilikdə enerji potensialı cəmiyyətin inkişafının əsas göstəricilərindən biri hesab olunur. Bu göstəricidən asılı olaraq regionun digər iqtisadi parametrləri qiymətləndirilir. Başqa sözlə desək, iqtisadiyyat ilə enerjinin istehsalı arasında xətti asılılıqla müşahidə olunan korrelyasiya mövcuddur

$$V = ae + b,$$

burada V - regionun büdcəsi, e - regionda istehsal olunan enerji, a, b - regionu səciyyələndirən reqressiya əmsallarıdır. MDB ölkələri üçün $a=13,3\%$, $b=0,34\%$ -dir. Beynəlxalq Sistem Analizi İnstitutunun müşahidələrinə görə dünyanın sosial-iqtisadi strukturu 7 regiona bölünür. a və b əmsallarının qiyməti böyük olmasa da sosial-iqtisadi proseslərin modeli sadədir. Bu sadəlik qlobal proseslərin düzgünlüyünün bir növ təminatı hesab olunur.

Ətraf mühitin çirklənməsini səciyyələndirən antropogen amillərə - yer səthinin formasının dəyişdirilməsi, flora və faunanın məhv edilməsi, hidrosfer proseslərinə təsir və böyük miqyaslarda yer təkinin mineral ehtiyatların sərfini misal göstərmək olar. Bu dəyişkənliyin intensivliyi elə bir potensiala malikdir ki, onlar hökmən aparılan monitorinqdə nəzərə alınmalıdır.

Antropogen proseslərin modelləşmə amillərinin həllində müəyyən olunmuşdur ki, insan faktorunun təsirini birdəfəlik asılılıq kimi göstərmək mümkün deyil. Çünki insan fəaliyyətinin ətraf mühitə təsiri o qədər geniş və müxtəlifdir ki,

onu bir asılılıqla ifadə etmək qeyri-mümkündür. Aşağıdakı şəkildə qlobal modelin struktur sxemi göstərilmişdir.

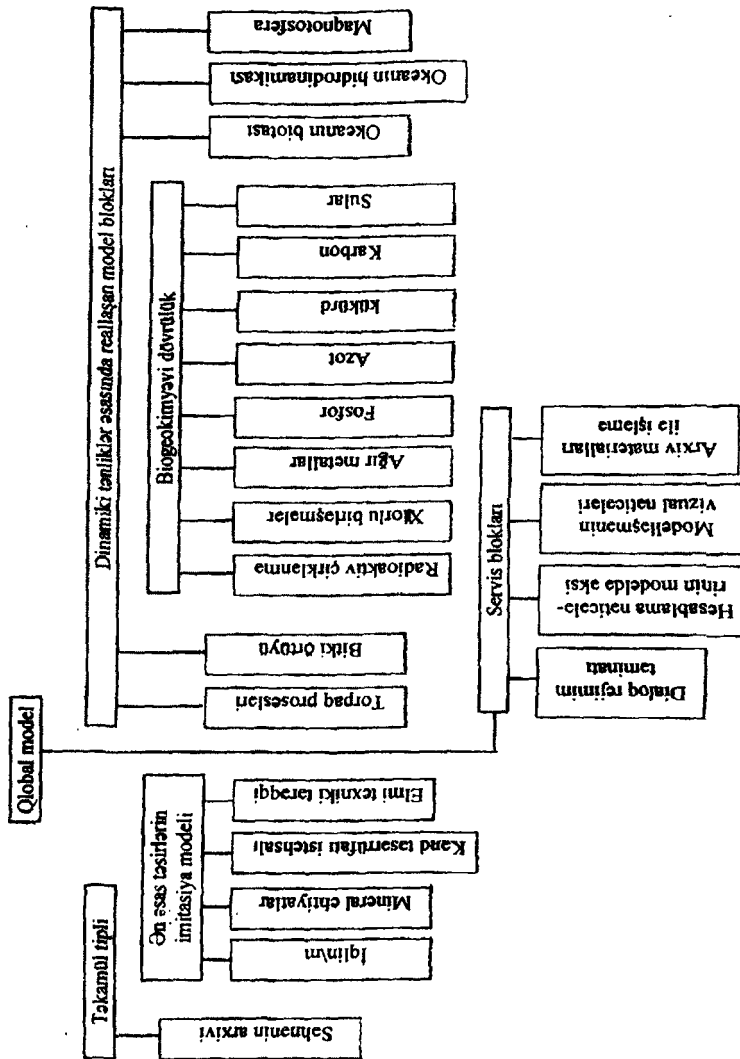
13.12. Atmosferin çirklənməsinin riyazi modelləşdirilməsi

İctimai elmlərdən fərqli olaraq təbiət elmlərində məsələlərin qoyuluşu və onların həlli üç mərhələdə aparılır – empirik (təcrübələrin qoyuluşu, müşahidə), nəzəri (qanunauyğunluqların təyini), riyazi (nəzəri konsepsiyayı, təcrübələrin nəticələrini yoxlamaq metodlarını təkmilləşdirmək üçün riyazi modelləşdirmə aparılması).

Ayındır ki, atmosferin çirklənməsi və mühafizəsi problemləri əsasən aşağıdakı göstəriciləri əhatə edir: çirkləndirici inqrediyentlərin mənşəyi və xarakterinin təyini, çirkləndiricilərin müxtəlif komponentlərinin biosferaya, insan sağlamlığına təsiri ilə bağlı tədqiqatları, çirkləndiricilərin zaman-məkan dəyişkənliyindən asılı olan xüsusiyyətləri. Riyazi modelləşdirmə zamanı atmosfərə atılan tullantıların hesablanması, sənaye tullantıları nəticəsində biokütlədə və biosferada itki dəyərinin hesablanması, çirkləndirici qarışıqların atmosferdə yayılma qanunauyğunluqları, sənaye müəssisələrinin yerləşdirilməsi və s. öyrənilir və müəyyənləşdirilir.

13.12.1. Atmosferə atılan tullantıların hesablanması

Tullantıların proqnozunu vermək üçün əhəmiyyətli informasiya xammalın tərkibi haqqında məlumatdır. Əgər aqreqata $b_q^{grs}(t)$ m/san rejimində (t - cari zaman) k_q - qarışıqda malik yanacaq verilsə və əgər nəzərdə tutulsa ki, bütün q qarışığının ona məxsus olan ε qaz halına qədər yanması Δt zaman ərzində baş verir və burada yanma zamanı alınan ε qazının tullantısı aşağıdakı tənliklə ifadə olunacaq:



Şəkil 13.13. Qlobal modelin struktur sxemi.

$$b(t) = b_{\xi}^{\text{qaz}}(t) = \frac{k_q}{100} \cdot \frac{\mu_{\xi}}{\mu_q} b_{\xi}^{\text{qaz}}(t - \Delta t)^4,$$

burada μ_q - xammalın tərkibindəki q - qarışığının molekulyar çəkisi, μ_{ξ} - q qarışığının yanmasından alınan ξ - qazının molekulyar çəkisi.

Xammalın yanması zamanı qarışığın bir hissəsi atmosfərə kül şəklində, qalan hissəsi isə qaz və ya başqa birləşmələr şəklində atılır. Yuxarıdakı düstur yalnız praktiki olaraq kül verməyən yüngül maye və qaz şəkilli yanacaqlar üçün ödənilir.

13.13. Atmosferdə zərərli maddələrin yayılmasının diffuziya tənliyi vasitəsilə təyini

Atmosfer diffuziyasını təsvir edən tənliklər növünün qurulması mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bunun üçün məşhur Fikk tənliklərinin ümumi halı olan parabolik tənliklərdən istifadə edilir. Birinci dəfə Fikk tənliklərindən bu məqsədlə istifadə olunmasını L.V. Keplər göstərmişdir. Bu işlərdə əvvəlcə atmosferin Yerə yaxın hissələrində qarışıqların yayılmasının tədqiqinin iki həlli yoluna baxılmışdır. A.V. Robertsonun işi əsaslanan birincisində sabit əmsallarla turbulent diffuziya tənliyinin həllinin köməyinə əsaslanır. O biri həll O. Setten tərəfindən inkişaf etdirilmiş mənbədən qarışığın toplanmasının təyini üçün statistik yolla alınmış düsturun istifadəsindən ibarətdir. Külək qarışığın atmosferdə yayılması üçün mühüm faktorlardandır. Küləyin sabit və müsbət olduğu hal üçün diffuziya tənliyi aşağıdakı şəkildə düşür:

$$u \frac{d\phi}{dx} + \delta \phi = \mu \frac{d^2\phi}{dx^2} + Q\delta(x - x_0)$$

küləyin istiqamətindən və meteoroloji faktorlardan asılı olaraq diffuziya tənliyinin müəssisələr tərəfindən atmosfərə atılan

zərərli maddələrin öz mənbələrindən yaxın və uzaq məsafələrdə toplanma qanunauyğunluqlarını tapmaq olar.

Burada:

u - diffuziya əmsalı;

φ - diffuziya sürəti;

δ - müxtəlif maddələri səciyyələndirən əmsal;

μ - çirkləndiricinin molekul çəkisi;

Q - küləyin diffuziya göstəricisi;

x_0 - yerdəyişmədir.

13.13.1. Çirkləndiricilərin toplanma sahələrinin təyini

Ekoloji təhlillər və tədqiqatlar içərisində ən mühüm problemlərdən biri texnogen tullantıların toplanma sahəsinin təyini. Əslində göstərilən prosesin riyazi təsvirinin verilməsi texnogen mənşəli bir çox tullantıların toplanma qanunauyğunluğunu əks etdirir.

Çirkləndiricilərin toplanma sahəsinin təyində və hesablanması riyazi modellərdən istifadə edilir.

Atmosferdə hər hansı qarışıq $c(x, y, z, t)$ toplanma sahəsi qarışıq atılan mənbənin parametrləri vektorundan, xüsusi halda mənbə gücünün zaman və məkana görə yayılma funksiyasından, fiziki-kimyəvi parametrlərə malik olmaqla fasiləsiz meteoroloji amillərdən asılıdır. İndi qarışığın yerə yaxın toplanma sahəsinə müəyyən edək. Yerə yaxın sahəni G müstəvisi ilə işarələyək. G müstəvisi ilə Yer səthi arasındakı məsafə $z=1$ metrdir. Onda $c(x, y, z, t)|_{z=1m} = c(x, y, z, t)$ olar.

Əgər x_k və y_k fəza dəyişənləri G müstəvisində yerləşən M_k nöqtəsinin uyğun koordinatlarırsa, onda qarışığın yerə yaxın toplanma sahələri x_k və y_k fəza dəyişənlərindən və t_k uyğun zaman anlarından asılı olaraq $c(M_k, t_k)$; $k = \overline{1, n}$ olacaqdır. Birinci halda küləyin sürəti sıfıra bərabərdir ($v=0$). Sakit

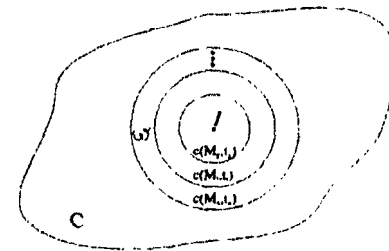
havada mənbədən atılan qarışıq öz v_a xüsusi sürəti hesabına mənbədən dairəvi vəziyyətdə ətrafa yayılır.

Qarışığın xüsusi sürəti havanın və qarışığın sıxlığının arasındakı fərq və eləcə də qarışığa onun mənbəyi tərəfindən verilən impulsun yaratdığı Arximed gücü ilə şərtlənə bilər, ikinci halda isə küləyin sürətinin sıfırdan fərqli olduğu hala baxaq. Fərz edək ki, külək mənbəyə şimal-şərqdən əsir. Bu halda qarışığın atmosferdə hərəkət trayektoriyası külək istiqamətində olacaq.

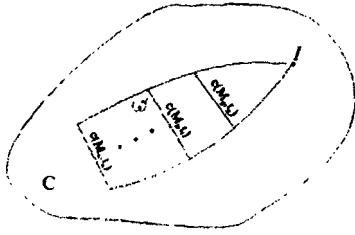
Göstərilən 13.1. və 13.2. şəkillərdə prosesin təsviri G müstəvisi üzərində verilmişdir. Bu şəkillərdə göstərilmiş riyazi ifadələrdən $I(x^0, y^0)$ çirkləndirici mənbənin koordinatları, u - küləyin istiqaməti, $c(M_g, t_g)$, $c(M_l, t_l)$, $c(M_p, t_p)$ - t_g, t_l, t_p zaman anlarında qarışığın G müstəvisində toplanma sahələridir. $c(M_n, t_n)$ - t_n anında qarışığın G müstəvisində sonuncu toplanma sahəsidir, ω - çirklənmənin G müstəvisində yayılma sahəsidir. Əgər bir qarışıq bir neçə mənbədən atılırsa və $c^n(x, y, z, t) = c^n(M, t)$ n sayda mənbənin tullantılarından yaranan qarışığın toplanma sahəsidirsə, onda ümumi qarışığın $C_{üm}$ toplanma sahəsi uyğun olaraq aşağıdakı kimidir:

$$C_{üm}(M, t) = \sum_{n=1}^N c^n(M, t)^s,$$

burada N - mənbələrin sayıdır.



Şək. 13.1. Prosesin təsviri



Şək. 13.2. Prosesin təsviri

13.13.2. Atmosferdə qazların dövrəsi

Deyildiyi kimi karbon tərkibli qazlar əsasən atmosfərə yerin dərin qatlarından gəlir. Yer üzərindəki karbonun toplandığı əsas mənbə yer səthindəki çöküntü qatlarıdır ki, karbonun miqdarı 10^{23} q, okeanlarda və digər su mənbələrində 35×10^{18} q təşkil edir.

Canlı orqanizmlərdəki karbonun əsas kütləsi meşələrdə toplanmışdır. Atmosferdəki karbon qazının miqdarı $0,7 \times 10^{18}$ q-dır. Karbon qazının bu mənbələri arasında daimi mübadilə prosesi gedir. Karbon dövrəsi zəncirinin bəzi həlqələri atmosferin kimyəvi tərkibinin təkamülünə təsir edir.

Atmosfer azotunun dövrəsi atmosferdəki karbon və oksigenin mübadiləsindən əsaslı surətdə fərqlənir. Bu azotun digər qazlara nisbətən daha az kimyəvi aktivliyi ilə bağlıdır. Azot da atmosfərə yerin nisbətən dərin qatlarından deqazasiya prosesi nəticəsində qalxır. Ancaq vulkanik qazlarda azotun miqdarı CO_2 -nin miqdarından kəskin şəkildə azdır. Bununla əlaqədar olaraq atmosfer azotunun çökmə sürəti, atmosfer karbonunun çökmə sürətindən çox-çox aşağıdır. Çöküntülərdə azotun miqdarı təxminən 10^{21} q olduğu hesab edilir. Hesab etsək ki, azot çöküntülərin orta əmələ gəlmə sürəti verilmiş intervalda $1,7 \cdot 10^{18}$ q/mln. il təşkil edir. Bu qiymət karbonun toplanma sürətindən təxminən 100 dəfə kiçikdir. Aparılmış hesablamalar göstərir ki, fanerozoy müddətində atmosferdə

azotun miqdarı əhəmiyyətli dərəcədə dəyişməyib. Belə ki, azotun bu müddətdə atmosfərə daxil olma miqdarı, litosferə keçmə miqdarı ilə təxminən eyni olub, bunu nəzərə alaraq deyə bilərik ki, o yerin dərinliklərindən atmosfərə daxil olan karbon qazının 1%-ni təşkil edir.

Tədqiqatlar göstərmişdir ki, atmosfer qazının bir tam dövrəsi 2 milyard il təşkil edir. Ona görə də atmosfer tərkibi təbii yolla demək olar ki, dəyişilməz qalır. CO_2 qazının atmosferdə balansını tədqiq edən Çamberlin belə hesab edir ki, litosferadan atmosfərə keçməsi vulkanik aktivlikdən və bəzi ekoloji faktorlardan asılıdır. Çamberlin hesab edir ki, buzlaşma prosesi dağəmələgəlmə və materiklərin qalxması ilə əlaqədar eroziyanın dərinləşməsi və eroziya zonalarının artması ilə əlaqədar olaraq CO_2 qazının intensivliyinin azalması ilə əlaqədar olaraq baş verir.

13.13.3. Çirklənmənin dözülmə həddinin təyin edilməsi

Fərz edək ki, baxılan ixtiyari bir rayonda atmosfərə zərərli tullantılar atan n sayda müəssisə fəaliyyət göstərir. Çirkləndirici mənbələr $r_i \in G, i=1, n$ nöqtələrində yerləşmişlər və $Q \geq$ gücünə malikdir. Tələb olunur ki, mənbədən atılmış tullantıların $G_R \in R$ ekoloji əhəmiyyətli zonada C sanitar normalarını aşmayan həddini tapaq. Tullantıların mənbədən yayılmasının başlanğıc sərhəd şərtləri ilə tənliyi yazaq

$$\frac{dq}{dt} + v_1 \frac{dq}{dx} + v_2 \frac{du}{dy} + v_3 \frac{du}{dz} = \frac{d}{dz} \left(\nu \frac{du}{dz} \right) + \mu \Delta u + \sum_{i=1}^n Q \delta(r - r_i)$$

funksional kimi məsələni həll etmək üçün isə qoşma tənliyindən istifadə olunur

$$J_R = \int_0^T dt \int_R q^* \sum_{i=1}^n Q \delta(r - r_i) dG = \sum_{i=1}^n Q_i \int_0^T q^*(r, t) dt.$$

$\int_0^T q^x(r, t) dt$ ifadəsini A_i ilə işarə etsək $J_R \leq C$ şərtini

$$\sum_{i=1}^n A_i Q_i \leq C$$

kimi yazı bilərik. Axırncı ifadə sanitariya normalarını aşmayan $r_i \in G$ nöqtələrində yerləşmiş n sayda müəssisələrin tullantılarının dözülmə həddlərinin cəmidir

$$\sum_{i=1}^n A_i Q_i = C$$

olduqda hər bir müəssisəyə uyğun olaraq tullantıların gücünü göstərən Q dözülmənin son həddi adlanır.

Təcrübi fəaliyyətdə dözülmənin son həddinin tapılmasında bir çox optimallıq kriteriyalarından istifadə etmək lazım gəlir. Dözülmənin son həddi xüsusi optimallıq kriteriyası olan bir sıra maraqlı tərəflər arasında müəyyənləşdirilir. Bununla əlaqədar olaraq mövcud vəziyyəti oyunlar nəzəriyyəsi vasitəsilə analiz etmək lazım gəlir.

Ədəbiyyat

1. Воронский В.А. Прикладная экология. М., 2008, 364 с.
2. Краснова Т.А., Краснова М.П. Основы прикладной экологии. С.-Пб., 2003, 285 с.
3. Воронов Н.Л. Прикладная экология. М., 2000, 420 с.
4. Мазур И.И., Мордвинов О.И. Инженерная экология. М., 1996, 637 с.
5. Банников А.Г., Вакулин В.В. Основы экологии и охрана окружающей среды, М., 1999, 210 с.
6. Рамад Ф. Основы прикладной экологии. Л., 1981, 540 с.
7. Агроэкология. Под ред. Черникова В.А. М., Колос, 2000, 315 с.
8. Голованов А.И. Основы природоустройства. М., Колос, 2008
9. Горелик Д.О., Конопелько Л.А. Мониторинг загрязнения атмосферы и источников выбросов. М., 1998, 415 с.
10. Мехтиев А.Ш., Гюль А.К. Техногенное загрязнение Каспийского моря. Баку, «Элм», 2006, 180 с.
11. Хесле В. Философия и экология. М., Наука, 1993, 205 с.
12. Шилов И.А. Экология. М., 2003, 385 с.
13. Şəkuri В.Q. Azərbaycan torpaqlarının geokimyəvi xüsusiyyətləri. Bakı, 2011, 319 s.
14. Babayev H. Ekologiya və müasir hidrosfer. Bakı, 2007, 490 s.
15. Китанович Бранко. Планета и цивилизация в опасности. М.: Мысль, 1995, 240 с.
16. Рустамов М.И. и др. Экологические проблемы Земли и альтернативные источники, Баку, Элм, 2008, 704 с.
17. Аврамов Ю.С., Грачев Н.Н. Защита человека от электромагнитных воздействий. МГИУ, 2002, 210 с.
18. Новиков В.Н. Экология, урбанизация, жизнь. Изд. МГУ им. Баумана. М., 2002, 415 с.

19. Никаноров А.М., Хоружая Т.А., Глобальная экология. М., 2003, 290 с.
20. Əzizov B.M., Əliyev M.İ. Tətbiqi ekologiya, Bakı, 2002, 182 s.
21. Əzizov B.M. Ətraf mühitin monitorinqi, Bakı, 2005, 220 s.
22. Göycaylı Ş.Y., Əzizov B.M. Ətraf mühitin mühafizəsi, Bakı, 2008, 275 s.

Korrektor Quliyeva T.A.
Kompüter dizaynı Məmmədbəyli A.H.

Dərsləyə «Mülki Aviasiya» redaksiya
heyəti tərəfindən baxılmış və çapına
icazə verilmişdir.

Dərslik
“Azərbaycan Hava Yolları”
Qapalı Səhmdar Cəmiyyəti
Milli Aviasiya Akademiyasının
Poliqrafiya Mərkəzində çap olunmuşdur.

Tirajı 100 nüsxə.