

**ESENȚIAL ÎN
METEOROLOGIE
ȘI
CLIMATOLOGIE**

Prof. univ. dr. STERIE CIULACHE
Prof. univ. dr. NICOLETA IONAC

**ESENȚIAL ÎN
METEOROLOGIE
ȘI
CLIMATOLOGIE**



EDITURA UNIVERSITARĂ
București

Referenți: Prof. univ. dr. Elena ERHAN
Tehnoredactare computerizată: Gheorghe MĂHĂRA
Coperta: Daniel Țuțunel

Copyright © 2007
Editura Universitară
Director: Vasile Muscalu
B-dul Nicolae Bălcescu 27-33;
sectorul 1, București.
Tel./Fax. 021 – 315.32.47 / 319.67.27
www.editurauniversitara.ro.
e-mail: redactia@editurauniversitara.ro.

EDITURĂ RECUNOSCUTĂ DE CONSILIUL NAȚIONAL AL CERCETĂRII
ȘTIINȚIFICE DIN ÎNVĂȚĂMÂNTUL SUPERIOR (C.N.C.S.I.S.)

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
CIULACHE, STERIE

Esențial în meteorologie și climatologie / prof. univ. dr.
Sterie Ciulache, prof. univ. dr. Nicoleta Ionac. - București : Editura
Universitară, 2007

Bibliogr.
ISBN 978-973-749-131-2

I. Ionac, Nicoleta

551.5(075.8)
551.58(075.8)

© Toate drepturile asupra acestei lucrări sunt rezervate Editurii Universitare

Distribuție: tel/fax: 021 - 315.32.47
021 - 319.67.27
comenzi@editurauniversitara.ro

ISBN 978-973-749-131-2

CUPRINS

| | |
|---|----|
| INTRODUCERE | 7 |
| 1. ATMOSFERA ȘI ENERGIA PROCESELOR DIN CUPRINSUL EI | 9 |
| 1.1. ATMOSFERA | 10 |
| 1.1.1. Originea atmosferei | 11 |
| 1.1.2. Limitele atmosferei | 11 |
| 1.1.3. Forma atmosferei | 13 |
| 1.1.4. Masa atmosferei | 14 |
| 1.1.5. Compoziția atmosferei | 14 |
| 1.1.6. Structura atmosferei | 21 |
| Test de autoevaluare nr. 1 | 26 |
| 1.2. ENERGIA PROCESELOR ATMOSFERICE | 27 |
| 1.2.1. Sursele de energie | 27 |
| 1.2.2. Fluxurile de energie radiantă care străbat atmosfera | 30 |
| 1.2.3. Procesele în care se consumă căldura rezultată din bilanțul radiativ | 43 |
| Test de autoevaluare nr. 2 | 57 |
| Răspunsuri și comentarii la întrebările din testul de autoevaluare nr. 1 | 58 |
| Răspunsuri și comentarii la întrebările din testul de autoevaluare nr. 2 | 59 |
| Lucrare de control | 60 |
| Bibliografie minimală | 61 |
| 2. APA ȘI MIȘCAREA ÎN ATMOSFERĂ | 63 |
| 2.1. APA ÎN ATMOSFERĂ | 64 |
| 2.1.1. Evaporarea | 64 |
| 2.1.2. Umezeala aerului | 65 |
| 2.1.3. Condensarea | 68 |
| Test de autoevaluare nr. 3 | 79 |
| 2.2. MIȘCAREA ÎN ATMOSFERĂ | 80 |
| 2.2.1. Presiunea atmosferică | 80 |
| 2.2.2. Vântul | 84 |
| Test de autoevaluare nr. 4 | 87 |
| Răspunsuri și comentarii la întrebările din testul de autoevaluare nr. 3 | 87 |
| Răspunsuri și comentarii la întrebările din testul de autoevaluare nr. 4 | 89 |
| Lucrare de control | 90 |
| Bibliografie minimală | 90 |
| 3. PROBLEMELE DE BAZĂ ALE METEOROLOGIEI SINOPTICE | 92 |
| 3.1. MASELE DE AER | 93 |

| | |
|--|------------|
| 3.1.1. Formarea maselor de aer | 94 |
| 3.1.2. Clasificarea maselor de aer | 95 |
| Test de autoevaluare nr. 5 | 98 |
| 3.2. FRONTURILE ATMOSFERICE | 99 |
| 3.2.1. Frontogeneza și frontoliza | 99 |
| 3.2.2. Clasificarea fronturilor atmosferice | 100 |
| Test de autoevaluare nr. 6 | 107 |
| 3.3. CICLONII SAU DEPRESIUNILE BARICE | 107 |
| 3.3.1. Formarea ciclonilor | 108 |
| 3.3.2. Structura ciclonului mobil și vremea | 111 |
| 3.3.3. Clasificarea ciclonilor | 113 |
| 3.3.4. Ciclonii tropicali | 113 |
| Test de autoevaluare nr. 7 | 116 |
| 3.4. ANTICICLONII SAU MAXIMELE BARICE | 116 |
| 3.4.1. Formarea anticiclonilor | 117 |
| 3.4.2. Structura anticiclonului mobil și vremea | 117 |
| 3.4.3. Clasificarea anticiclonilor | 118 |
| Test de autoevaluare nr. 8 | 118 |
| 3.5. PREVEDEREA TIMPULUI | 119 |
| Test de autoevaluare nr. 9 | 120 |
| Răspunsuri și comentarii la întrebările din testul de autoevaluare nr. 5 | 120 |
| Răspunsuri și comentarii la întrebările din testul de autoevaluare nr. 6 | 121 |
| Răspunsuri și comentarii la întrebările din testul de autoevaluare nr. 7 | 122 |
| Răspunsuri și comentarii la întrebările din testul de autoevaluare nr. 8 | 123 |
| Răspunsuri și comentarii la întrebările din testul de autoevaluare nr. 9 | 123 |
| Lucrare de control | 124 |
| Bibliografie minimală | 125 |
| 4. PROBLEMELE DE BAZĂ ALE CLIMATOLOGIEI | 126 |
| 4.1. FACTORII GENETICI AI CLIMEI | 127 |
| 4.1.1. Factorii climatogeni radiativi | 127 |
| 4.1.2. Factorii climatogeni fizico-geografici | 129 |
| 4.1.3. Factorii climatogeni dinamici | 136 |
| 4.1.4. Factorii climatogeni antropici | 151 |
| Test de autoevaluare nr. 10 | 152 |
| 4.2. REPARTIȚIA PRINCIPALELOR CARACTERISTICI CLIMATICE | 152 |
| 4.2.1. Repartiția temperaturii medii anuale a aerului | 153 |
| 4.2.2. Repartiția cantităților medii anuale de precipitații | 156 |
| Test de autoevaluare nr. 11 | 161 |
| 4.3. CLASIFICAREA CLIMATELOR | 162 |
| Test de autoevaluare nr. 12 | 163 |
| Răspunsuri și comentarii la întrebările din testul de autoevaluare nr. 10 ... | 163 |
| Răspunsuri și comentarii la întrebările din testul de autoevaluare nr. 11 ... | 165 |
| Răspunsuri și comentarii la întrebările din testul de autoevaluare nr. 12 ... | 165 |
| Lucrare de control | 166 |
| Bibliografie | 167 |

INTRODUCERE

Volumul de față se adresează studenților din anul I, Învățământ Deschis la Distanță și Învățământ cu Frecvență Redusă, care, animați de dorința firească a lărgirii orizontului lor de cunoaștere, ca și de cea, la fel de naturală, a sporirii șanselor în competiția mereu actuală pentru ocuparea unor locuri de muncă în domeniul geografiei, au decis să folosească oportunitatea oferită de această formă modernă de învățământ, prin mijlocirea căreia vor putea obține calificarea reală și legală de a participa la respectiva competiție. El este unul din numeroasele manuale care asigură bibliografia de bază pentru pregătirea cursanților în fiecare dintre disciplinele incluse în programul de studiu elaborat de geografi cu experiență aparținând Universității din București. Substanța lui este constituită din problemele esențiale ale celor două discipline fundamentale care-i dau titlul: ***Esențial în Meteorologie și Climatologie***.

Conform strategiei elaborate pentru învățământul deschis la distanță și învățământul cu frecvență redusă, care nu putea omite dificultățile întâmpinate de studenți în găsirea resursei de timp și procurarea mijloacelor de învățare necesare unei pregătiri adecvate, manualul de față, la fel ca toate manualele seriei din care face parte, oferă cursanților cunoștințele esențiale pentru înțelegerea exactă a modului de funcționare a sistemelor atmosferic în ansamblul complex al sistemului terestru.

Efortul de esențializare, constând în selectarea problemelor de bază și explicarea mecanismelor de desfășurare a proceselor și fenomenelor atmosferice și hidrosferice hotărâtoare pentru funcționarea sistemului respectiv, este dublat de acela destinat accesibilizării unor cunoștințe adesea aride și puțin atrăgătoare pentru o bună parte a studenților. Acest din urmă efort se referă la încercarea de a asigura limpezimea maximă limbajului folosit în definirea noțiunilor, legităților etc., în evidențierea legăturilor cauzale, în ierarhizarea factorilor care generează diversele procese și determină evoluția lor, în identificarea consecințelor acestora pentru alte procese și domenii etc.

Accesibilizarea și eficientizarea sunt urmărite, de asemenea, prin forma adoptată de manualul de față și de toate celelalte

manuale ale seriei. Iar forma se vrea relaxată în esențializarea și sistematizarea materialului, încercând să stimuleze și să faciliteze învățarea prin stabilirea obiectivelor fiecărui capitol, prin formularea de întrebări și răspunsuri cu grade diferite de dificultate, prin sublinierea unor procese și fenomene esențiale, a unor legități, a unor superlative etc.

Opțiunea pentru un atare nivel științific de prezentare a manualului de Meteorologie și Climatologie are la bază raportul dintre accesibilitate și eficiență în contextul real al adresabilității lui. Căci un nivel mai ridicat ar putea determina, pentru cei cărora li se adresează, o scădere a accesibilității, iar un nivel mai coborât ar atrage după sine o scădere a eficienței.

Dacă gândurile autorilor au fost bine cumpănite și corect transpuse în manual, rămâne de văzut. Cei care vor ști primii acest lucru sunt, desigur, utilizatorii.

Autorii

UNITATEA DE ÎNVĂȚARE Nr. 1

1. ATMOSFERA ȘI ENERGIA PROCESELOR DIN CUPRINSUL EI

CUPRINS

| | |
|---|----|
| Obiectivele unității de învățare nr. 1 | 9 |
| 1.1. Atmosfera | 10 |
| 1.1.1. Originea atmosferei | 11 |
| 1.1.2. Limitele atmosferei | 11 |
| 1.1.3. Forma atmosferei | 13 |
| 1.1.4. Masa atmosferei | 14 |
| 1.1.5. Compoziția atmosferei | 14 |
| 1.1.6. Structura atmosferei | 21 |
| Test de autoevaluare nr. 1 | 26 |
| 1.2. Energia proceselor atmosferice | 27 |
| 1.2.1. Sursele de energie | 27 |
| 1.2.2. Fluxurile de energie radiantă care străbat atmosfera | 30 |
| 1.2.3. Procesele în care se consumă căldura rezultată din bilanțul radiativ | 43 |
| Test de autoevaluare nr. 2 | 57 |
| Răspunsuri și comentarii la întrebările din testele de autoevaluare nr. 1 | 58 |
| Răspunsuri și comentarii la întrebările din testele de autoevaluare nr. 2 | 59 |
| Lucrare de control | 60 |
| Bibliografie minimală | 61 |

OBIECTIVELE unității de învățare nr. 1

- Înțelegerea atmosferei ca înveliș terestru format dintr-un amestec de gaze cu însușiri fizice și chimice distincte care favorizează existența vieții și de care se leagă toate procesele și fenomenele meteorologice.
- Formarea convingerii că modificările pe care societatea omenească le aduce compoziției atmosferei, în sensul poluării acesteia, sunt profund dăunătoare, putând antrena consecințe grave la scară globală și pe termen lung.
- Perceperea structurii verticale a atmosferei ca rezultată a forțelor gravitațională și centrifugă, pe de o parte, și a modului în care diferitele straturi de aer interacționează cu energia radiantă solară, pe de altă parte.

- Înțelegerea rolului hotărâtor pe care îl joacă soarele ca sursă primară de energie, pentru aproape toate procesele fizice, chimice și biologice care au loc în atmosferă și la suprafața terestră.
- Cunoașterea fluxurilor de energie radiantă care străbat atmosfera și a bilanțului acestora.
- Înțelegerea proceselor prin mijlocirea cărora se consumă energia rezultată din bilanțul radiativ, asigurându-se astfel păstrarea temperaturii de echilibru a planetei Pământ.
- Însușirea cunoștințelor necesare pentru înțelegerea modului în care se încălzește aerul prin intermediul suprafeței terestre, a efectului de seră și a consecințelor dereglării echilibrului CO₂ din atmosferă.

1.1. ATMOSFERA

Atmosfera este învelișul cel mai puțin dens al planetei

Atmosfera este învelișul gazos (de aer) al pământului, care conține, în suspensie, cantități variabile de particule lichide și solide de origine terestră și cosmică. Ea constituie, ca și litosfera sau hidrosfera, o parte a Pământului, dar se deosebește de acestea prin câteva însușiri esențiale care-i definesc cu pregnanță individualitatea.

Deși insesizabilă în stare de repaus, ea provoacă, prin frecare, incandescența și pulverizarea metoriților.

Aerul „pur” este incolor, inodor, insipid și, drept consecință, elastic, comprensibil și expansibil, putând totodată să transmită compresiunea. Transparent pentru o gamă largă de radiații, aerul are totuși însușirea de a absorbi altele. Deși considerabil mai puțin dens decât apa sau uscatul, al are greutate și exercită presiune. Fiind comprensibil, densitatea lui scade însă repede cu înălțimea. În ciuda densității lui reduse aerul opune rezistență obiectelor care îl străbat, căldura degajată prin frecare fiind suficient de mare pentru ca meteoriții, de pildă, să fie pulverizați înaintea impactului cu suprafața terestră.

Absența ei ar duce în scurt timp, la dispariția vieții.

Atmosfera este indispensabilă vieții. Ea asigură oxigenul necesar respirației, protecția

împotriva radiațiilor ultraviolete ucigătoare (datorată stratului de ozon) și termoreglarea (datorată gazelor cu benzi de absorbție în domeniul infraroșu al spectrului radiativ), care împiedică pierderea totală a căldurii în timpul nopții și încălzirea excesivă în timpul zilei.

1.1.1. Originea atmosferei

Unele dintre primele ipoteze consideră atmosfera ca pe un rest din masa gazoasă incandescentă care a fost Pământul în faza inițială a formării lui.

Ipotezele mai noi consideră că, dimpotrivă, gazele ce intră în componența actuală a aerului reprezintă mai curând o „atmosferă secundară”, rezultată în urma erupțiilor vulcanice, emanațiilor izvoarelor termale, descompunerilor chimice și, mai târziu, contribuțiilor vegetației.

1.1.2. Limitele atmosferei

Limita inferioară nu pune probleme

Limita inferioară a atmosferei este, într-o accepțiune generală, suprafața activă a planetei. În realitate, datorită apăsării exercitate de aerul atmosferic și complexității proceselor de interacțiune, limita respectivă constituie un strat de întrepătrundere cu grosimi variabile, dependente de adâncimea până la care pătrunde acesta în crăpăturile litosferei, în porii rocilor și solului, în organismele vii etc.

Limita superioară, controversată, nu este de fapt, un nivel anume, ci un strat.

Limita superioară este mult mai greu de stabilit, ea fiind mai curând un strat de tranziție către spațiul interplanetar. Definirea atmosferei ca amestec de gaze menținut în jurul pământului de către forța de atracție gravitațională a acestuia, implică acceptarea extinderii ei verticale până la nivelul dincolo de care procesele și fenomenele caracteristice amestecului respectiv de gaze, nu

Criteriul propus de Smoluchovski este rezonabil, dar rezultatele (28 000 km deasupra polilor și 42 000 km deasupra ecuatorului) sunt inacceptabile.

Criteriul vitezei critice nu neagă rolul celor două forțe contrare (gravitațională și centrifugă), dar pune accentul pe energia cinetică a particulelor. Rezultatul obținut (3000 km) este acceptabil și acceptat de majoritatea specialiștilor.

mai pot avea loc. Și întrucât fenomenele electrometeorologice care sunt aurorele polare sunt observabile până la înălțimi de 1200 km, se poate accepta că cel puțin până la acel nivel, atmosfera există.

Cercetătorul ceh M. Smoluchovski consideră că limita superioară a atmosferei trebuie pusă la nivelul unde forța de atracție gravitațională a Pământului este echilibrată de forța lui centrifugă.

Un alt criteriu teoretic de stabilire a înălțimii atmosferei se bazează pe ipoteza că pentru a scăpa de atracția pământului, moleculele gazului atmosferic trebuie să atingă așa-zisa viteză critică sau parabolică. Aceasta este de 11,2 km/s și rezultă din relația: $V_p = 2gr \approx 11,2 \text{ km/s}$, în care: V_p este viteza critică sau parabolică; g – accelerația gravitațională; r – raza Pământului.

Pentru atingerea vitezei critice sunt necesare anumite condiții de temperatură și greutate moleculară.

Viteza medie a mișcării moleculare a gazelor ce compun atmosfera se calculează cu ajutorul relației:

$$V^2 = \frac{3RT}{M};$$

în care: R este constanta gazelor; T – temperatura absolută a gazului (în $^{\circ}\text{K}$); M – greutatea moleculară gazului.

Rezultă așadar, că viteza critică poate fi atinsă mai ales de gazele cu greutate moleculară mică la temperaturi absolute mari. Acest lucru se întâmplă în cazul hidrogenului și heliului la înălțimi de circa 3000 km, unde temperaturile sunt doar cu puțin inferioare celor din termosferă. Atingerea vitezei critice permite particulelor de gaz atmosferic să scape de atracția Pământului și să pătrundă în spațiul interplanetar. Acest proces de disipare este însă suficient de slab pentru ca

| | |
|--|---|
| Limita superioară a atmosferei se situează la circa 3000 km înălțime, unde se egalizează densitatea atmosferei cu cea a spațiului cosmic și se produce o oarecare disipare a particulelor de aer. | <p>pierderile de masă suferite de atmosfera terestră să fie compensate prin erupțiile vulcanice, emanațiile de gaze ale câmpurilor petrolifere și izvoare termale, contribuțiile vegetației etc.</p> <p>Înălțimea de 3000 km la care se produce egalizarea densității atmosferei cu cea a spațiului interplanetar și unde are loc procesul amintit de disipare a particulelor de aer, este considerată de majoritatea cercetătorilor drept limita superioară a atmosferei. Fără îndoială că această limită este întrucâtva convențională, deoarece atât egalizarea densităților, cât și procesul de disipare, nu pot fi atribuite cu precizie unui nivel anume, ci unui strat gros în care tranziția de la atmosferă la spațiul cosmic se face treptat.</p> |
|--|---|

1.1.3. Forma atmosferei

| | |
|--|--|
| Forța centrifugă și mișcările termoconvective determină forma elipsoidală a atmosferei. | <p>Întrucât participă împreună cu Pământul la mișcările acestuia, atmosfera trebuie să aibă, cel puțin teoretic, forma unui elipsoid de rotație. Acest elipsoid trebuie, de asemenea, să fie mai aplatizat în regiunile polare și mai bombat în cele ecuatoriale, decât elipsoidul terestru, din două motive:</p> <ul style="list-style-type: none"> - primul, pentru că forța centrifugă, din ce în ce mai mică, de la ecuator către poli, acționează mai puternic asupra atmosferei (mediu cu densitate scăzută), decât asupra litosferei (mediu cu densitate ridicată); - al doilea, pentru că excesul de căldură și umezeală, din atmosfera regiunilor ecuatoriale generează în permanență intense mișcări termoconvective ascendente. |
| Diferențierea latitudinală a înălțimii troposferei, | <p>Forma elipsoidală a atmosferei inferioare a fost atestată prin măsurătorile directe întreprinse de T. de Bort asupra limitei superioare a troposferei, mai înaltă la ecuator (16 -18 km) și</p> |

atestă forma elipsoidală. mai joasă în regiunile temperate (10-12 km) și polare (8-9 km). Ulterior ea a fost confirmată de nenumărate ori prin sondajele aerologice întreprinse cu mijloace moderne de investigație.

1.1.4. Masa atmosferei

La nivelul mării, masa unui m³ de aer este de 1,293 kg, iar la 40 km înălțime, de numai 4 g.

Calculată la scara întregii planete, masa atmosferei este de $5,289 \cdot 10^{15}$ tone. Dar, întrucât calculele respective nu țin seama de volumul aerului dizlocuit de relieful terestru situat deasupra nivelului general al oceanului planetar, valoarea obținută trebuie redusă cu 2,72%.

Pe verticală se constată o descreștere a masei atmosferice, determinată de scăderea presiunii și densității aerului. Astfel, la nivelul mării, masa unui metru cub de aer este de 1,293 kg, la 12 km înălțime de 319g, la 25 km de 43g, iar la 40 km de numai 4g. Drept consecință 50% din masa atmosferei se găsește până la 5 km înălțime, 75% până la 10 km, 95% până la 20 km și 99% până la 36 km.

1.1.5. Compoziția atmosferei

Aerul pur este format din amestecul a 20 de gaze, dar primele patru (N, O, Ar, CO₂) reprezintă 99,997% din volumul atmosferei.

La nivelul cunoașterii actuale, Organizația Meteorologică Mondială înscrie pe lista componentelor aerului uscat (prelevat din orice punct aflat între suprafața terestră și înălțimea de 20-25 km) un număr de 20 de gaze distincte: azot (78,088%), oxigen 20,949%), argon (0,930%), bioxid de carbon (0,030%), neon, heliu, kripton, hidrogen, xenon, ozon, radon, iod, metan, oxid de azot, apă oxigenată, bioxid de sulf, bioxid de azot, oxid de carbon, clorură de natriu și amoniac. Principalele patru gaze care compun aerul uscat reprezintă 99,997% din volumul acestuia.

De fapt, în atmosfera reală, vaporii de apă constituie cel de-al treilea gaz, după proporția de volum.

În natură însă, aerul perfect uscat nu există. El conține, pe lângă componenții menționați, cantități variabile de vaporii de apă concentrate cu precădere în troposferă, unde pot atinge chiar 5% din unitatea de volum de aer.

La toate acestea se adaugă și suspensiile solide ori lichide a căror concentrație variază amplu în funcție de felul și de apropierea surselor, de mărimea particulelor suspendate, de condițiile meteorologice etc.

În clasificarea generală, bazată pe variabilitatea cantitativă (constante și variabile) sunt incluse doar gazele cele mai importante.

Așadar, luându-se drept criteriu variațiile lor cantitative (sau lipsa acestora), gazele care compun atmosfera pot fi împărțite în două categorii mari și anume: constante (azot, oxigen) și variabile (bioxid de carbon, ozon, vaporii de apă). O altă categorie o formează suspensiile care, deși nu sunt componente propriu-zise ale atmosferei, joacă un rol deosebit de important în desfășurarea a numeroase procese și fenomene meteorologice.

Există numeroase definiții ale poluării, dar toate se referă la consecințele negative pe care le au poluanții, asupra oamenilor.

Poluarea cauzată de procese naturale și antropice modifică, uneori semnificativ, compoziția atmosferei. Aceasta reprezintă procesul de impurificare a aerului cu substanțe gazoase, lichide și solide, precum și cu radiații de diverse tipuri, care sunt dăunătoare într-o măsură mai mare sau mai mică oamenilor, animalelor, plantelor, produselor tehnice și chiar unor procese tehnologice.

Un volum de aer poate fi considerat poluat când concentrația uneia sau mai multor substanțe impurificatoare din cuprinsul său depășește limita maxim admisibilă. Desigur, limitele sau concentrațiile maxime admisibile (C.M.A.) sunt altele pentru oameni decât pentru animale, plante etc., după cum pot fi diferite pentru diverși oameni sau diverse animale și plante.

Sursele poluării pot fi clasificate, după diferite criterii, în: naturale și antropice; majore și minore; fixe și mobile; punctuale și areale etc. Exemplul de mai jos detaliază clasificarea bazată pe criteriul mărimii surselor.

De reținut!

Cea mai mare „contribuție” la poluarea atmosferei, o au sursele antropice, iar dintre acestea, vehiculele cu motor.

Sursele majore contribuie cu circa 58,1% din substanțele care poluează atmosfera, având următoarea structură: vehiculele cu motor (35,2%) care elimină în principal oxid de carbon, hidrocarburi, oxizi de azot și oxizi de sulf; industria (9,4%) care emite mai ales oxizi de sulf, particule sedimentabile și în suspensie, hidrocarburi, oxizi de carbon și oxizi de azot; complexele energetice (8,2%) în emisiile cărora predomină oxizii de sulf, urmați de oxizii de azot și pulberile sedimentabile și în suspensie; încălzirea interioarelor (3,3%) din emisiile căreia, mai mult de jumătate, revine oxizilor de sulf și oxizilor de carbon; arderea deșeurilor (2,0%) care emite în principal oxizi de carbon, oxizi de sulf, hidrocarburi, oxizi de azot și particule sedimentabile și în suspensie.

Aparent ne semnificative, sursele minore „contribuie” totuși cu cca. 41,9% la poluarea atmosferei. Pentru că sunt foarte multe. Iar fumul de țigară și freonii din spray-uri nu sunt printre poluanții cei mai nevinovați.

Sursele minore participă cu restul de 41,9% din substanțele care poluează atmosfera. Ele sunt: antropice (praful ridicat de la suprafața terestră prin circulația rutieră, demolări, măturatul și scuturatul domestic; particulele de cauciuc rezultate din frecarea pneurilor autovehiculelor cu asfaltul sau pavajul drumurilor; fumul datorat incendiilor provocate de om; fumul de țigări; aerosolii pulverizați din spray-uri; compușii organici de la parfumuri; germenii microbieni datorati prezenței oamenilor) și naturale (fumul, funinginea și gazele azvârlite în atmosferă de vulcani; praful ridicat de vânt de pe suprafața terestră; praful produs în timpul cutremurelor de pământ; praful cosmic; compușii organici proveniți de la vegetație, bacteriile, germenii microbieni proveniți de la animale; sarea pulverizată din mări și

Dovadă că este irațional să se creadă că omul poate fi întotdeauna rațional.

ocean, hidrogenul sulfurat, hidrocarburile și alte substanțe impurificatoare rezultate în urma descompunerii materiei organice etc.).

În 1945, odată cu explozia primei bombe atomice experimentale, care a avut loc în deșertul Nevada-SUA (16 iulie) și cu bombele lansate la Hiroshima (6 august) și Nagasaki (9 august) a apărut o nouă sursă antropică de poluare a atmosferei (radioactivitatea), majoră prin implicațiile ei, pe atunci încă puțin cunoscute. În primii 20 de ani de după cel de-al doilea război mondial, puterile nucleare au eliberat în experiențe destinate perfecționării armelor atomice, energii reprezentând echivalentul a 700 000 000 tone de TNT sau a 35 000 de bombe de mărimea celei lansate asupra Hiroshimei. Cu alte cuvinte, cinci, bombe atomice pe zi. Și întrucât radioactivitatea aerului, apelor și solului crescuse îngrijorător, puterile nucleare (nu toate) au semnat, la 5 august 1968, împreună cu numeroase alte țări nenucleare, printre care și România, „*Tratatul privind interzicerea experiențelor cu arme nucleare în atmosferă, în spațiul extraterestru și sub apă*”. Surse posibile de poluare radioactivă sunt, desigur, și centralele nucleare-electrice, reactorii nucleari destinați cercetărilor științifice, sateliții artificiali cu propulsie nucleară etc., dar numai în cazul unor accidente.

Principalii poluanți atmosferici sunt compuși ai sulfurului, carbonului și azotului, produse fotochimice, micrororganisme, pulberi și particule radioactive. Dar aerul poate fi

Principalele tipuri de poluanți atmosferici sunt: *compușii sulfurului* (bioxidul de sulf sau anhidrida sulfurică, hidrogenul sulfurat sau acidul sulfhidric, acidul sulfuros, acidul sulfuric, diverșii sulfați etc.); *compușii carbonului* (monoxidul de carbon, bioxidul de carbon sau anhidrida carbonică, hidrocarburile, aldehidele etc.); *compușii azotului* (monoxidul de azot, bioxidul de azot, amoniacul etc.); *produsele fotochimice* (nitratul peroxidic al acidului acetic-PAN etc.); *poluanții*

poluat și cu radiații γ și Roentgen, cu radiații UV și chiar cu radiații electromagnetice.

sub formă de suspensii solide (cenușă, funingine, gudroane, particule de sol și de nisip, pulberi organice etc.); *poluanții radioactivi* (particule radioactive fine care pot pluti în atmosferă de la câteva zile până la câteva decenii).

Depunerile de pulberi pot fi comparate cu fenomenul geologic al sedimentării.

Concentrațiile poluanților atmosferici pot atinge uneori valori impresionante. În cazul *pulberilor sedimentabile*, au fost înregistrate depuneri de 300 t/km² la New York, de 335 t/km² la Detroit, de 408 t/km² la Tokyo și de 456 t/km² la Harkov. La rândul lor, concentrațiile *pulberilor în suspensie* pot varia în funcție de tipul suprafeței active, de la sub 200 până la câteva milioane de particule într-un m³ de aer. Măsurători întreprinse asupra poluanților organici au indicat 12 germeni microbieni/m³ de aer în Munții Vosgi, 88 000/m³ pe bulevardul Champs Elysée din Paris și 4 000 000/m³ într-un mare magazin parizian. *Concentrațiile gazelor de impurificare* se exprimă fie prin greutatea, fie prin proporția lor într-o unitate de volum de aer. În orașe acestea depășesc frecvent limitele igienic admisibile, cele mai mari concentrații înregistrându-se lângă surse. Cu toate acestea, la 2 km de furnal sau de coșul industrial, s-au măsurat concentrații de oxid de carbon atingând 38 mg / m³ de aer, adică de peste șase ori mai mari decât concentrația maximă admisibilă. Situația este mult mai gravă în părțile centrale ale orașelor, la intersecțiile aglomerate prevăzute cu semafoare, unde concentrația CO atinge 100 mg/m³ de aer, adică de aproape 17 ori mai mult decât se consideră a fi admisibil.

Într-un anumit fel, nici magazinele cele mai celebre nu sunt foarte igienice...

La intersecțiile aglomerate, poluarea aerului atinge concentrații inacceptabile.

Regimul concentrației poluanților atmosferici depinde de ritmul activității surselor de impurificare și variațiile condițiilor meteorologice.

Regimul diurn, determinat de

Regimul diurn al concentrației poluanților prezintă, în general, un maxim noaptea, când

mișcarea de rotație a Pământului, este complicat de activitatea antropică.

turbulența și convecția sunt diminuate, astfel că particulele impurificatoare se acumulează în stratul inferior al atmosferei și un minim ziua, când, datorită turbulenței și convecției termice intense, particulele respective sunt antrenate către straturile mai înalte ale atmosferei. În atmosfera urbană însă, regimul diurn prezintă două maxime și două minime zilnice. Primul maxim se produce în jurul orei opt, când începe activitatea în întreprinderi, instituții, locuințe etc. și când circulația pe străzile orașului este foarte intensă, iar al doilea în intervalul dintre orele 18 și 22, când activitatea în locuințe și circulația rutieră se intensifică din nou. Totodată, cele două maxime sunt favorizate de faptul că la ora opt convenția este slabă ori nu a apărut încă, iar între orele 18 și 22 este slabă ori a încetat deja. Alternativ se produc și cele două minime: primul în orele după-amiezii, când convenția atinge dezvoltarea maximă, iar al doilea în orele de noapte, când activitatea surselor de impurificare este redusă.

Regimul săptămânal se datorează, exclusiv, ritmului activității antropice.

Regimul săptămânal este propriu numai atmosferei urbane, fiind generat de ritmul activității antropice. El se caracterizează prin concentrații din ce în ce mai mari în zilele de lucru (luni-vineri) și mai mici în cele de odihnă (sâmbătă și duminică), când emisiile de poluanți scad considerabil.

Regimul anual este rezultatul mișcării de revoluție a Pământului, dar și al activității antropice.

Regimul anual al concentrației pulberilor prezintă maximum în lunile de iarnă, când surselor permanente de impurificare li se adaugă o sursă nouă, temporară dar substanțială, reprezentată prin coșurile sobelor și instalațiilor destinate încălzirii clădirilor de tot felul. Totodată, în aceste luni predomină regimul anticiclonic, care împiedică, prin mișcările descendente caracteristice, transportul spre înălțime și împrăștierea în atmosferă a impurităților. Concentrația minimă anuală se produce vara, în lipsa sursei temporare amintite

și în prezența unei dezvoltări maxime a convecției termice care favorizează împrăștierea impurităților în atmosfera liberă.

Răspândirea poluanților în atmosferă este dependentă, pe de o parte, de caracteristicile emisie, iar pe de alta, de condițiile meteorologice și de relief. Cel mai puțin favorizate sunt regiunile depresionare bine închise, în care inversiunile termice de iarnă se pot prelungi pe intervale de ordinul săptămânilor, ceea ce împiedică răspândirea impurităților emise de sursele locale și favorizează acumularea lor în limitele cadrului geomorfologic dat. Regiunile de câmpie și platourile netede sunt oarecum favorizate, inversiunile termice fiind mai puțin accentuate și mai puțin persistente. Vânturile pot împrăști mai rapid și pe distanțe mai mari impuritățile emise de sursele urbane, ducând la o scădere a imisiei în apropierea acestora și la o creștere a ei în regiunile către care bat. Văile servesc întotdeauna ca „jgheab de ghidare” a curentului de aer, iar versanții expuși vântului din partea de sub vânt a surselor sunt puternic afectați de norul de impurități emanate de acestea. Se ajunge astfel la un al doilea maxim de impurificare, aflat uneori la distanțe apreciabile față de sursă.

Formele geometrice și poziția „penei” de substanțe impurificatoare emise de coșurile industriale depind de distribuția verticală a temperaturii și de profilul vântului (Fig. 1).

Consecințele impurificării atmosferei sunt de ordin meteorologic și biologic. În prima categorie se includ: reducerea intensității radiației globale prin creșterea opacității atmosferei; intensificarea efectului de seră prin sporirea concentrației gazelor cu însușiri absorbante în gama radiațiilor infraroșii (CO_2 , O_3 și vaporii de apă); încălzirea atmosferei; scăderea concentrației

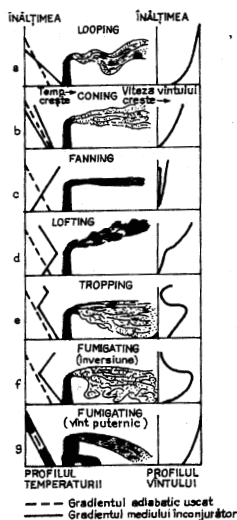


Fig.1. Penele de poluanți