

МЕТОД ЗА КОЛИЧЕСТВЕНА ОЦЕНКА НА АТМОСФЕРНИЯ ПОТЕНЦИАЛ ЗА САМООЧИСТВАНЕ

Георги Джолов, Калинка Димитрова

Замърсяването на атмосферния въздух е един от най-сериозните проблеми на нашата съвременност. Бурното развитие на промишлеността, транспорта и другите сфери на общественото производство доведе до интензивно замърсяване на въздуха не само над редица отделни райони, но и в глобален мащаб. Неговите неблагоприятни последици засягат непосредствено здравето на отделния човек, условията за живот в редица страни и могат да доведат до системна промяна на климата на нашата планета.

Кардинално решение на проблема за опазване чистотата на атмосферния въздух може да се постигне на основата на постепенна замяна на съществуващите промишлени процеси с нов тип безотпадъчни технологии. Това изисква огромни инвестиции и продължителен период от време. Значителна икономия на средства може да се реализира, ако при решаването на проблема за опазването на чистотата на атмосферния въздух се отчетат възможностите на атмосферата за самоочистване.

Цел на настоящата работа е да се разработи количествен метод (индекс) за характеризирание способността на атмосферата за самоочистване. При това няма да се интересуваме от типа на източниците, изхвърлящи вредни примеси, и от вида и влиянието на подложната повърхност. Критерий при разработването на този индекс ще бъде неговото лесно пресмятане и използването на стандартно измервани метеорологични параметри. Ще считаме, че самоочистването на атмосферата за даден район се определя от два взаимно свързани атмосферни процеса. Първият е хоризонталният пренос на въздушни маси, предизвикан от силата на баричния градиент. Вторият е вертикалният турбулентен обмен.

Нека с V означим индекса, характеризиращ самоочистването на атмосферата. По дефиниция той се определя по формулата

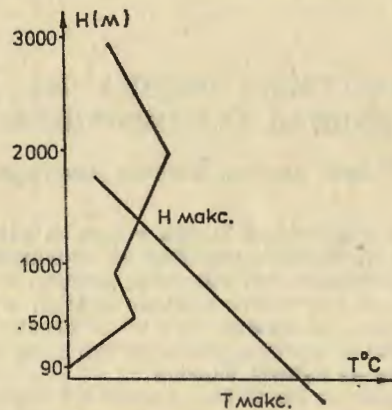
$$1) \quad V = |\vec{U}| \cdot H \cdot |\vec{X}|,$$

където \vec{U} е скоростта на вятъра, H — височината на смесване, \vec{X} — вектор с дължина единица, перпендикулярен на направлението на вятъра.

Като се имат пред вид размерностите на величините във формула (1): $[\vec{U}] = \text{m/s}$; $[H] = \text{m}$; $[\vec{X}] = \text{m}$, можем да определим размерността на въведения индекс $[V] = \text{m}^3/\text{s}$. Размерността на V показва, че тази нова характеристика дава количествена представа за обмена на въздушни маси над определен район за единица време.

По-нататък ще се разгледа определянето на височината на смесване H и скоростта на вятъра \vec{U} , които са основните величини, необходими за изчисляването на индекса V .

Височината на смесване е тази височина, до която в резултат на атмосферната турбулентност се осъществява ефективен пренос на въздушни маси във вертикално направление. Например горната граница на H за района на София е особено ясна през зимните месеци и може да се наблюдава визуално.



Фиг. 1. Графично определяне височината на смесване
Fig. N 1 Graphical determination of the mixing height

Тя съвпада с вече видимата горна граница на замърсяването. Височината на смесване H има добре изразен денонощен и годишен ход. Обикновено H има минимална стойност в сутрешните часове и достига своя максимум в следобедните. Стойностите на H са по-малки за зимните месеци, докато максималните стойности са обикновено през лятото.

За изчисляване на $H_{\text{мин}}$ — минимална височина на смесване, и $H_{\text{макс}}$ — максимална височина на смесване, са необходими данните от сутрешния аерологичен сондаж, както и минималната ($T_{\text{мин}}$) и максималната ($T_{\text{макс}}$) температура за даден район. Счита се, че турбулентните процеси във вертикално направление водят до неутрално стратифициране на атмосферата от земната повърхнина до височината на смесване H . Тази представа дава възможност за аналитично определяне на H като обща точка на уравнението на сухоадиабатната права и уравненията, описващи аерологичния сондаж.

Уравнението на сухоадиабатната права за дадена станция е

$$(2) \quad T(z) = T_{i \text{ макс}} - \gamma_a(z - h_i), \quad z \geq h_i,$$

където γ_a е сухоадиабатния температурен градиент, z — височината, h_i — надморската височина на станцията. При изчисляване на $H_{\text{мин}}$ в (2) на мястото на $T_{\text{макс}}$ фигурира $T_{\text{мин}} + 5^\circ$, която величина е предложена на основата на експериментални наблюдения на $H_{\text{мин}}$ и $T_{\text{мин}}$ (вж. 1).

Уравненията, описващи аерологичния сондаж, са:

$$(3) \quad T(z) = T_i - \gamma_i(z - z_i) \quad i = 1, 4,$$

където z_i е височината на i ниво на сондажа, T_i — температурата на това ниво, а

$$\gamma_a = -\frac{dT}{dz} = -\frac{T_{i+1} - T_i}{z_{i+1} - z_i} [z_i, z_{i+1}]$$

температурния градиент в слоя.

Едно примерно графично решение на уравненията (2) и (3) е показано на фиг. 1.

Аналитично определяне на $H_{\text{макс}}$ и $H_{\text{мин}}$ се получава от съвместното решение на (2) и (3).

$$(4) \quad T_{i \text{ макс}} - \gamma_a(z - h_i) = T_i - \gamma_i(z - z_i),$$

от което следва

$$(5) \quad z = \frac{T_{\text{макс}} - T_i + \gamma_a h_i - \gamma_i z_i}{\gamma_a - \gamma_i},$$

откъдето

$$(6) \quad H_{\text{макс}} = z - h_i.$$

За определяне на необходимата за изчисляване на индекса V — средна скорост на вятъра в слоя $[0, H]$, се използват климатичните данни за средната скорост на вятъра в приземния слой от наблюденията на височина 10 м и данните за скоростта на вятъра от аерологичните сондажи. Средната скорост на вятъра се получава чрез просто емпирично усредняване на стойностите на вятъра за височина 10 м и за височините от аерологичния сондаж, попадащ в слоя на смесване.

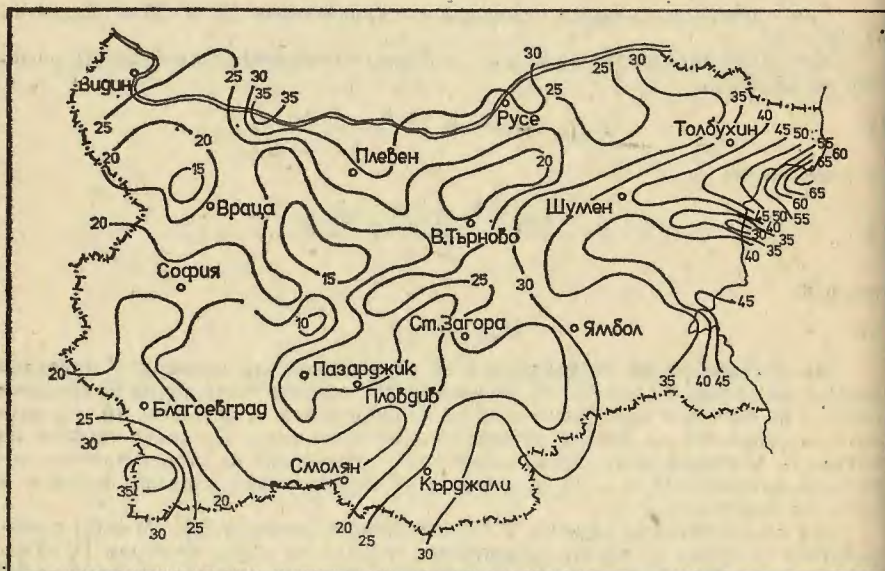
За изчисляване на индекса V по изложените формули (1), (5) и (6) е разработена програма за електронно-метатчна машина на езика Фортран IV. Програмата дава възможност да се обработват данните на максимален брой от 100 станции за 12 месеца.

За илюстрация на предложени в настоящата работа количествен подход за оценка на самоочистването на атмосферата над даден район чрез индекса V е решен числен пример. Използувани са данните от аерологичните сондажи за Северна България от станция Букурещ, а за Южна България от станция София. Необходимите данни за максималните и минималните температури и средните скорости на вятъра са взети от Климатичния справочник на НРБ за 43 станции в Северна България и 72 станции в Южна България. По предложената в настоящата работа методика са пресметнати стойностите на индекса V . На фиг. 2 е показана карта с изолиниите на V за съответния месец (фиг. 2, а, б, в, г).

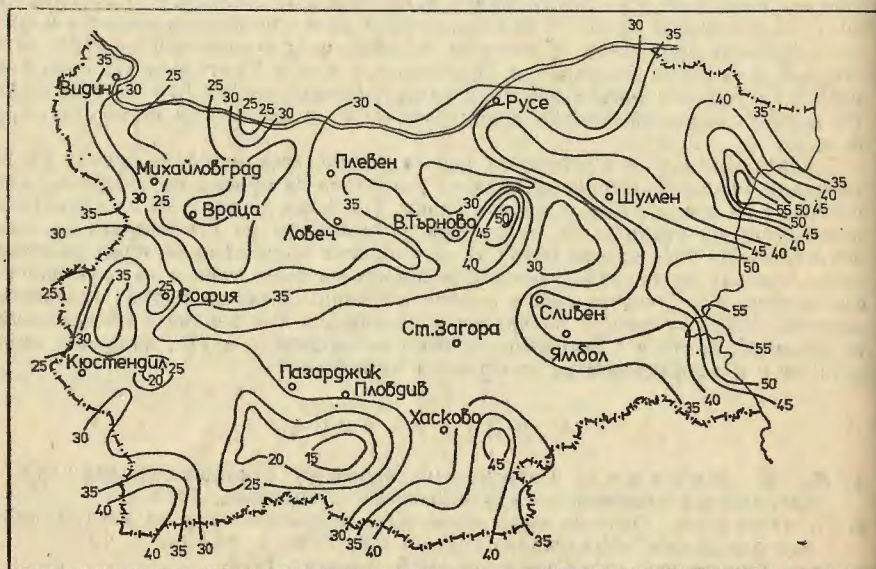
Предложеният в настоящата работа количествен метод за оценка на потенциала за самоочистване дава обща представа за обмена на въздушни маси с течение на времето над определен район. Той може да послужи за климатично районизиране на страната по естествени възможности на атмосферата за самоочистване. На тази основа могат да се направят препоръки за териториалното разположение на производителните мощности, а също така и за активността им, особено в неблагоприятните райони и сезони. Обект на бъдеща разработка може да бъде намирането на връзката на индекса V с реалните концентрации на примеси, както и с теренните особености на дадено място, например връзката на V и коефициента на орографска затвореност.

ЛИТЕРАТУРА

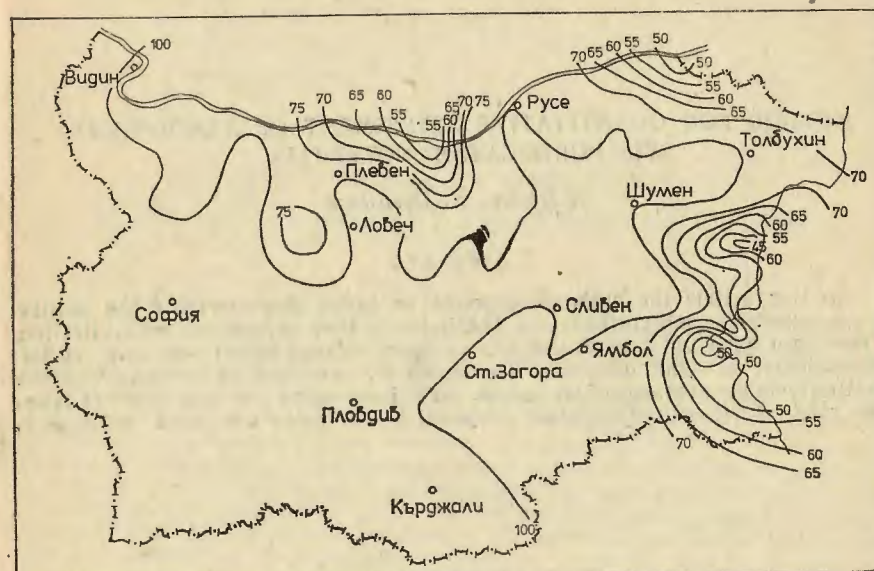
1. М. Е. Берлянд, Современные проблемы атмосферной дифузии и загрязнения атмосферы, Гидрометеонздат, Ленинград, 1975.
2. П. Петров, Относно морфометричната характеристика на котловинния тип ландшафти в България, Год. на СУ, ГГФ, т. 64, кн. 2, 1972.
3. **, Климатичен справочник на НРБ, София, 1959.



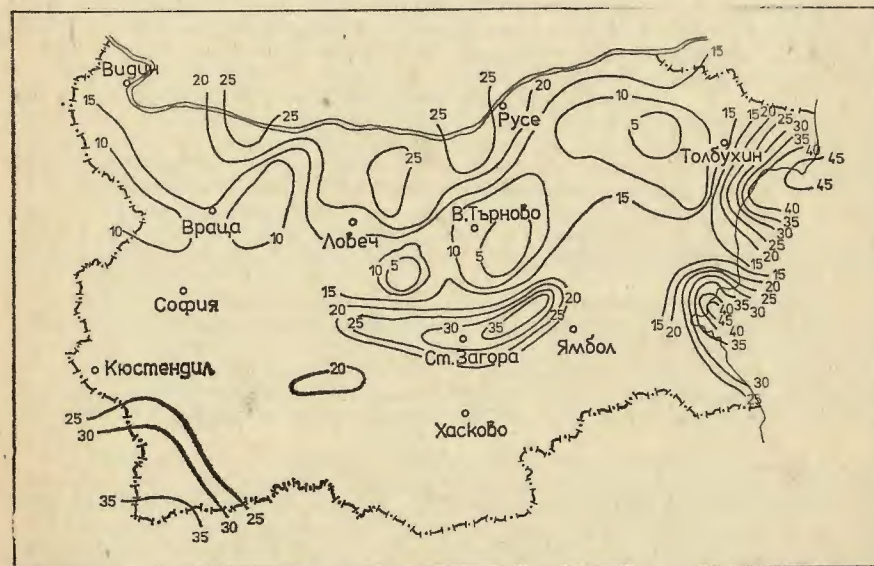
Фиг. 2. Потенциал на самоочистване Fig. N 2 Self-purification potential
 а) минимален — януари; a) minimum — January



Фиг. 2. Потенциал на самоочистване Fig. N 2 Self-purification potential
 б) максимален — януари; b) maximum — January



Фиг. 2. Потенциал на самоочистване Fig. N 2 Self-purification potential
 в) минимален — юли; c) minimum — July



Фиг. 2. Потенциал на самоочистване Fig. N 2 Self-purification potential
 г) максимален — юли; d) maximum — July.

METHOD FOR QUANTITATIVE ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC
SELF-PURIFICATION POTENTIAL

G. Djolov, K. Dimitrova

S u m m a r y

In this article the authors suggested an index characterizing the ability of atmosphere for self-purification. The index V they defined as multiplication of the mean wind velocity in the mixing layer, mixing height and unit vector perpendicular to wind direction. The index V , expressed in m^3/sec , describes quantitatively the exchange of air masses over given region per unit space of time. The atmospheric self-purification potential for Bulgaria was also calculated.