

## СЪДЕБНО-ТЕХНИЧЕСКА ЕКСПЕРТИЗА

изготвена от:

доц. д-р Георги Костадинов Гаджев

Уважаема г-жо съдия,

С протоколно определение от 11.11.2019 г. по гр. д. № 6614/2017 г. на СГС, ГО I-20 състав съм назначен за вещо лице за изготвянето на експертно заключение по допуснатата с протоколно определение от 20.05.2019 г. комплексна експертиза със задачи, посочени в т. 4 от молбата на ищците от 10.04.2019 г., имащи отношение към изясняване на фактическата страна за качеството на атмосферния въздух (КАВ) в Столична община по показател фини прахови частици (**ФПЧ10 и ФПЧ2.5**).

### УВОДНИ БЕЛЕЖКИ

Предварително е необходимо да се въведат някои важни основни понятия относно численото моделиране на КАВ.

Атмосферното замърсяване се формира в резултат на взаимодействието на различни динамични и химични процеси. Разглеждането на взаимодействието и приноса на тези процеси дава възможност за обяснение на общата картина на замърсяване.

Моделирането на КАВ най-често се извършва посредством Гаусови или Ойлерови дисперсионни модели. За разлика от системите за ранно предупреждение и системите за прогноза на химическото време, при системите за управление на КАВ, прогнозата и химическите трансформации на замърсителите не са приоритет, акцентът при тях е върху разграничаване ролята на отделните източници на емисии. Основния недостатък при тях, е че те неотчитат химическите трансформации между отделните химични елементи, което може значително да промени общата картина при замърсяването на атмосферата.

### ОТГОВОРИ НА ПОСТАВЕНИТЕ ОТ ИЩЦИТЕ ВЪПРОСИ

**4. Принципно възможно ли е било през процесния период да се прогнозира превишаването на нормите на ФПЧ2.5 и ФПЧ10 в определени дни? Възможно ли е било това да стане в срок достатъчен за навременното предупреждаване на гражданите? Направил ли е необходимото Ответника, за да въведе такава система?**

При прогнозиране превишаването на нормите на ФПЧ2.5 и ФПЧ10 от значение са не само приземните емисии но и тези изпускани от височинни източници. Освен това в следствие на атмосферната динамика, емисиите от високите източници достигат приземните слоеве, а тези от приземните източници биват издигани във височина. От друга страна ФПЧ

представяват по-големи формирования на химически съединения, които реагират с околната среда и я/се изменят. Поради тези 3 причини не би било коректно да се разглеждат само приземните концентрации и то само на ФПЧ. Но поради нуждите на настоящата експертиза, ще се опитаме да разгледаме само приземните концентрации на ФПЧ.

### Гаусов дисперсионен модел.

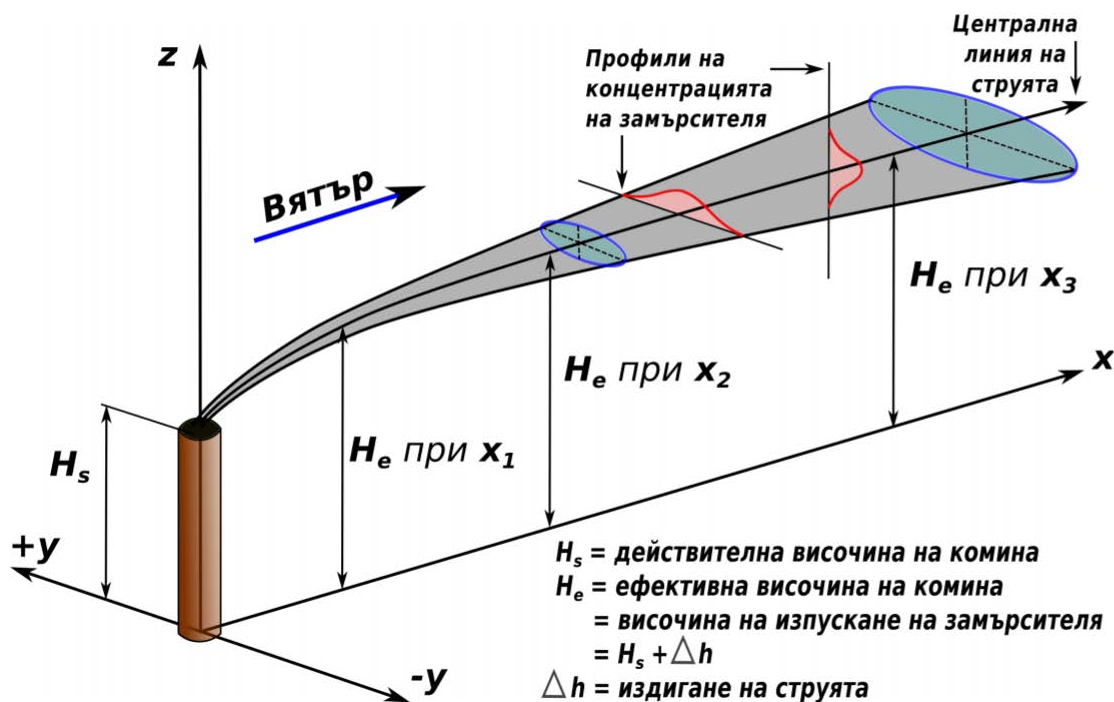
Моделирането на КАВ посредством този модел става чрез решаване на адвективно-дифузионно уравнение (1) в опростени стационарни (непроменящи се с времето) и еднородни за всяка точка от разглежданата равнина метеорологични условия, са главният действащ алгоритъм на такъв тип модели:

$$\bar{u} \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} + \bar{v} \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} + \bar{w} \frac{\partial \bar{c}}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( K_x \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_y \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( K_z \frac{\partial \bar{c}}{\partial z} \right) \quad (1)$$

Където  $\bar{u}$ ,  $\bar{v}$ ,  $\bar{w}$  са компонентите на средния вятър,  $\bar{c}$  е средната концентрация на пасивен замърсител и  $K_x$ ,  $K_y$ ,  $K_z$  – коефициенти на турбулентна дифузия. Концентрацията на замърсители се представя чрез гаусово разпределение (в хоризонтална и вертикална равнина) и зависи от емисиите, средния вятър, устойчивостта на атмосферата, височината на изхвърляне на замърсителя и разстоянието до източника. В най-общ вид гаусовото дисперсионно уравнение има вида:

$$C(x, y, z, H) = \frac{Q}{2\pi U \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \times \left[ \exp\left(-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right] \quad (2)$$

където  $Q$  е мощност на източника [g/s],  $U$  е средната скорост на вятъра на височината на източника [m/s],  $\sigma_y$  и  $\sigma_z$  са стандартните отклонения на разпределението на концентрацията на замърсителя по осите  $y$  и  $z$  съответно,  $H$  е ефективната височина на комина [m], която е сумата от височината на комина (източника) и първоначалното издигане на струята над него.



Фиг. 1 Схематично представяне на струя от гаусов дисперсионен модел

На Фиг. 1 схематично е представено, разпространението във въздуха на замърсител, изпускан от точков източник с Гаусов модел.

Недостатък на Гаусовите модели, е че те могат да се използват, само ако се сметне, че топографията на областта на изследване не променя потока. В случаи, че е необходимо

изпилването им въпреки нееднородността на топографията е възможно да се ползват схеми за корекции, но те не дават достатъчно подобрене.

### **Ойлеров модел.**

Моделът на Ойлер разделя непрекъснатата струя на единични “облаци”, следващи променящото се поле на потока и разпръскващи се в зависимост от разстоянието им от източника чрез надлъжни, хоризонтални и вертикални дисперсионни параметриестерен модел, който работи на основата на 3-измерен растер, обхващащ изследваната област. Поради тази причина те могат да се използват при моделиране на области със сложна топография. Ойлеровите модели пренасят замърсителя от една клетка на растера към друга чрез конвекция и турбулентност.

Химичния транспортен модел CMAQ е тримерен Ойлеров модел, който решава следното уравнение (3) за пренос и трансформации на замърсители в атмосферата.

$$\frac{\partial c_i}{\partial t} = \left( \frac{\partial}{\partial x} k_x \frac{\partial c_i}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} k_y \frac{\partial c_i}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} k_z \frac{\partial c_i}{\partial z} - \left( \frac{\partial u c_i}{\partial x} + \frac{\partial v c_i}{\partial y} \right) - \frac{\partial w c_i}{\partial z} + A_i^{chem} + A_i^{cloud} + A_i^{aero} + Q_i \quad (3)$$

където  $c_i$  е концентрацията на  $i$ -тия примес,  $u$ ,  $v$  и  $w$  са компонентите на скоростта,  $k_x$ ,  $k_y$  и  $k_z$  са коефициентите на турбулентен обмен в съответните направления,  $Q_i$  са съответните емисии на  $i$ -тия примес, а  $A_i^{chem}$ ,  $A_i^{cloud}$ ,  $A_i^{aero}$  са нелинейни оператори описващи трансформацията на  $i$ -тия примес в резултат на химични трансформации, облачни процеси и аерозолни процеси.

Отговорите на поставените въпроси във Въпрос 4 (**Принципно възможно ли е било през процесния период да се прогнозира превишаването на нормите на ФПЧ2.5 и ФПЧ10 в определени дни? Възможно ли е било това да стане в срок достатъчен за навременното предупреждаване на гражданите? Направил ли е необходимото Ответника, за да въведе такава система?**) могат да се обобщят както следва:

*Прогнозиране на превишаването на нормите за ФПЧ2.5 и ФПЧ10 в определени дни и през целия процесен период е било възможно, но това прогнозиране зависи от метода на прогнозиране. Два примера за прогноза на химическото време са дадени в [1] и [2].*

*Достоверността на прогнозата на химическото време зависи от множество фактори: точност на метеорологичната прогноза, достоверност на емисиите, природни и човешки фактори и др. Затова прогноза за повече от 1 - 2 дена напред не би била достатъчно достоверна. През 2017 г. СО е въвела такава система за очаквания потенциал на замърсяване с ФПЧ и тя се публикува на страницата на Столична община [3].*

### Източници на информация

---

[1]<http://www.niggg.bas.bg/cw3/index.php?pol=PM10&steps=72&dom=5>

[2]<http://info.meteo.bg/cw2.2/index.php?pol=PM10&steps=72&dom=5>

[3]<https://www.sofia.bg/prognosis-fpch10>

гр. София

30.01.2020

Изготвил съдебно-техническата експертиза: .....

доц. д-р Георги Гаджев