

## Влияние на градския атмосферен аерозол върху честотата на някои респираторни заболявания

Николай Гронеv<sup>1</sup>, Пламен Савов<sup>2</sup>, Майя Вацкичева<sup>2</sup>,  
Николай Колев<sup>2</sup>, Антоанета Манолова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>СБАЛПФЗ – София-град

<sup>2</sup>Минно-геоложки университет “Св. Иван Рилски”, Студентски град,  
ул. Проф. Боян Каменов, 1700 София, България

<sup>3</sup>Център по хигиена, София

### Увод

През 2010 СЗО изчислява, че повече от 6 милиона души умират преждевременно всяка година заради замърсяване на въздуха.

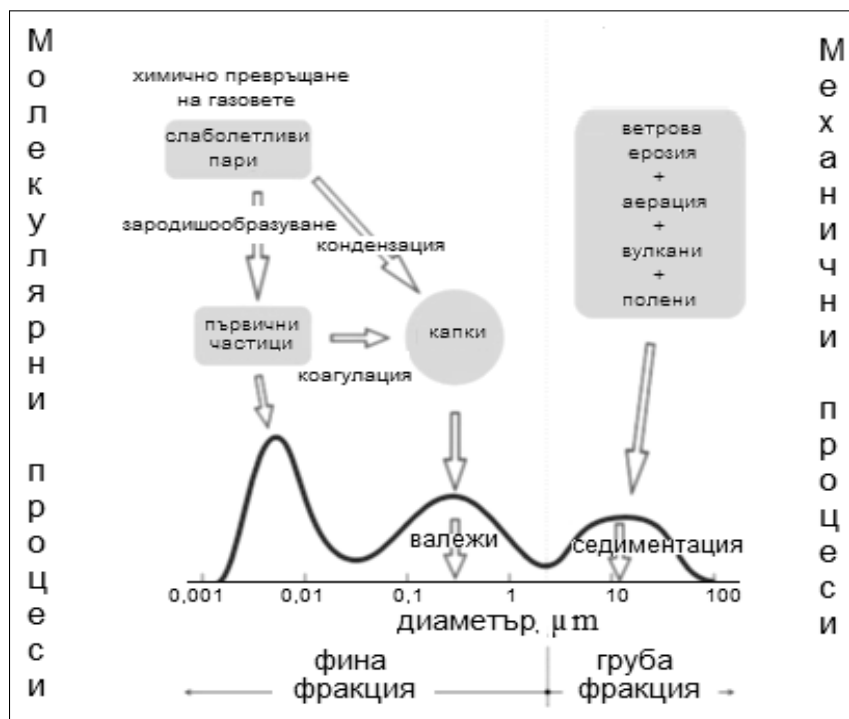
Според нормативите на Световната здравна организация пределно допустимите концентрации за фини прахови частици с диаметър 2,5 микрона (ФПЧ<sub>2,5</sub>) и ФПЧ<sub>10</sub> се разглеждат по отделно. Средногодишните стойности са съответно 10 и 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , а среднодневните стойности на концентрацията не трябва да надвишават 25 и 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Според изследванията продължителното излагане на влиянието на ФПЧ<sub>2,5</sub> увеличава рискът от настъпване на смъртен случай с 6% при нарастване на концентрацията с 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

България по население е приблизително 1% от ЕС, но е отговорна за 2,5% от емитираните прахови частици.

### Аерозоли – основни характеристики

Частиците в атмосферата са сложна смес от органични и неорганични съединения, в течна или твърда фаза и покриващи доста широк диапазон от размери – от няколко нанометра до 100 и повече микрона (Röschl 2005; Maynard and Kuempel, 2005). В зависимост от големината си атмосферния аерозол обикновено се разделя на две фракции: фина, частици с размер по-малък от 2,5 микрона и груба фракция – частици с аеродинамичен диаметър в диапазона 2,5–10 микрона (Фиг. 1). Фината фракция на аерозола (ФПЧ<sub>2,5</sub>) се различават от грубата по своя произход и химичен състав. Тази фракция (наречена още акумулираща) се формира обикновено от газовите компоненти



Фиг. 1: Източници на частиците от различните фракции.

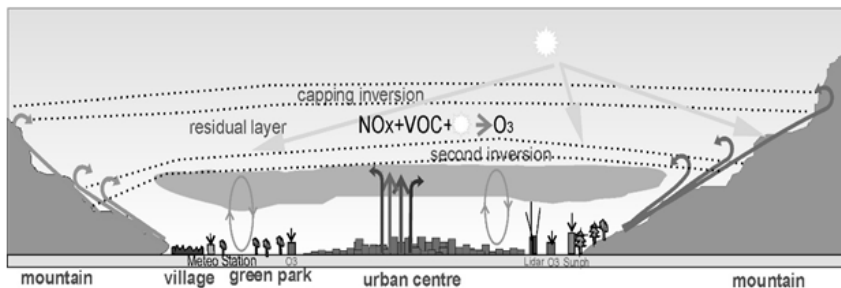
в атмосферата в резултата на коагулация и постепенно уголемяване. Обикновено тази фина фракция се формира от конгломерацията на амониеви, нитратни и сулфатни йони и някои метали (Pb, Zn, Cd, Ni, Cu, Mn, Fe и др.) и поради това се дефинира, че е с антропогенен произход. Животът на тази фракция в атмосферата е от няколко дни до няколко седмици, като за това време може да се пренесе от няколко стотин до няколко хиляди километра от източника.

Грубата фракция се създава от процеси като изветряне, аерация, ветрова ерозия на материали с геологичен произход и др. Полени и спорите също се причисляват към тази фракция. Грубата фракция се състои обикновено от алуминосиликатни съединения и други окиси на кристалите, като основните източници са прахът от уличните платна, строителството, селското стопанство, изгарянето на биогорива и др. Пребиваването на тези частици в атмосферата е от порядъка на няколко минути до няколко часа, като дистанцията им на придвижване се оценява от няколко стотин метра до няколко километра.

### Регионални географски и климатични фактори, оказващи модулиращ ефект върху качеството на атмосферния въздух в приземния атмосферен слой

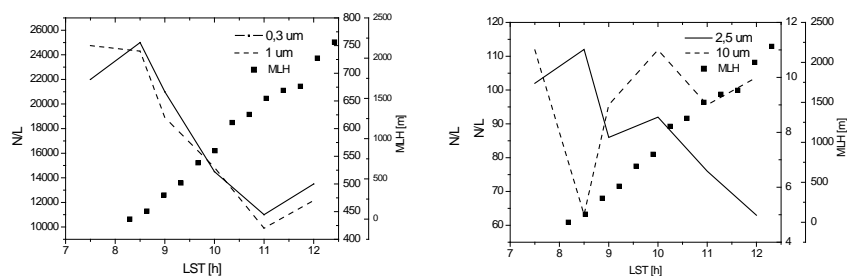
Качеството на атмосферния въздух в района на Столична община в определена степен се формира от релефа и климатичните фактори. Територията на града заема централната част на Софийското котловинно поле (520–560 m н. в.), което има определящо значение за климатичната специфика на територията на града. В резултат на трансформацията на преминаващите въздушни маси с различен произход районът се характеризира с чести западни, северозападни и югозападни ветрове, а по-рядко – източни и североизточни. Преобладаваща е антициклонна циркулация, благоприятстваща замърсяването на приземния атмосферен слой и континенталния характер на климата.

Характерна, за района, е и локална циркулация, свързана с появата на фьон, северно от Витоша, през студения сезон и планинско-долинна циркулация, характерна за топлия сезон (през деня вятърът духа от полето към планината, а през нощта обратно - от планината към полето) (Фиг. 2).



Фиг. 2: Схема на планинско-долинна циркулация и приповдигнати инверсионни слоеве, формиращи характерното разпределение на аерозолните замърсявания в атмосферата над града.

Друга характерна особеност за района са температурните инверсии. Най-чести и продължителни приземни инверсии се регистрират през студеното полугодие и се свързват не само с ниските температури, но и с големия брой случаи на тихо време. Тези периоди, потенцират задържането на по-високи концентрации на атмосферните замърсители в приземния атмосферен въздух. Чести, за района, са нощните инверсии, които могат да достигнат до около 230 дни годишно, като максимумът се наблюдава през август и септември, а минимумът е през февруари.



Фиг. 3: Еволюция на концентрацията на ФПЧ (измерена в брой на литър N/L) и височината на слоя на смесване (MLH), определена от сейлометъра, за 8 май 2015 г.

Сутрин, след изгрева на Слънцето започва постепенно формиране на слой на смесване. През лятото неговата височина достига около 1500 m, докато през зимата той може и да не се развие. Нашите наблюдения с помощта на сейлометър (лидар) показват, че обикновено с развитието на слоя на смесване във височина се наблюдава постепенно намаляване на броя на частиците аерозол в единица обем въздух (Фиг. 3) (Savov et al., 2016).

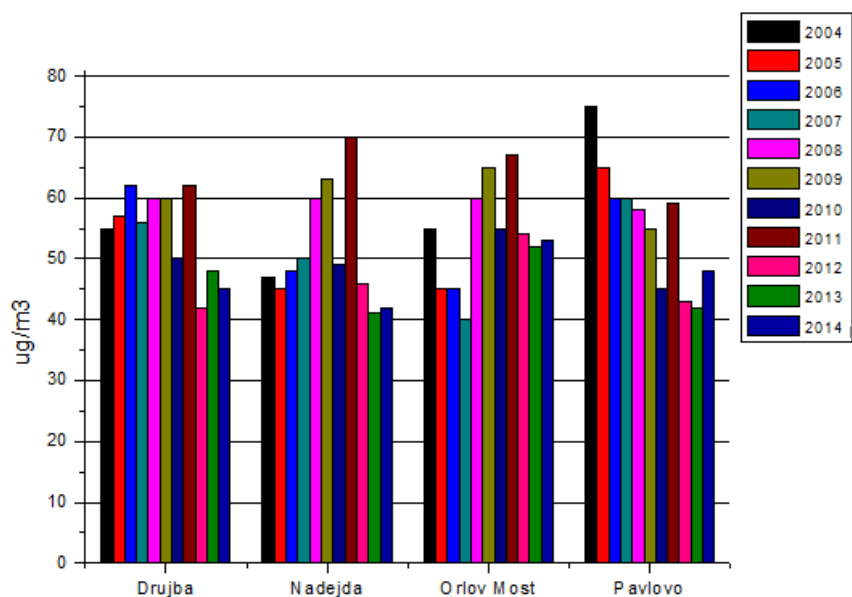
Климатогеографските фактори, характерни за района на столицата, най-общо биха могли да се класифицират като неблагоприятни относно поддържане на качество на атмосферния въздух в съответствие с нормативните изисквания.

#### Отлагане на ФПЧ с различни размери в респираторния тракт

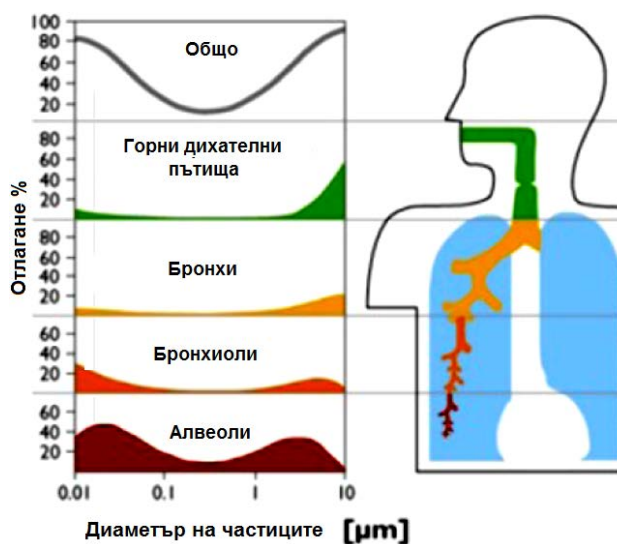
Суспендираните прахови частици постъпват в организма чрез дихателната система и в зависимост от големината си се фракционират в различните ѝ отдели (Фиг. 5). Частиците с диаметър по-малък от  $2,5 \mu\text{m}$  достигат диференцирано до белодробните алвеоли, откъдето заедно с адсорбираните на повърхността им летливи органични съединения могат да попаднат в белодробните макрофаги, респективно в целия организъм. Част от праховите частици се отделят от дихателната система чрез издишвания въздух, а малка част се поглъща, при което токсични химически съединения генерират вредните си ефекти чрез храносмилателната система.

Промените в респираторната система, провокирани след кратковременна експозиция на прах, са обратими, докато перманентната експозиция е предпоставка за развитието на функционални и морфологични промени, които клинично се манифестират с често повтарящи се остри респираторни инфекции (бактериални или вирус-

Влияние на градския атмосферен аерозол върху честотата на ...



Фиг. 4: Замърсяване с ФПЧ на определени райони на София в периода 2004–2014 г.

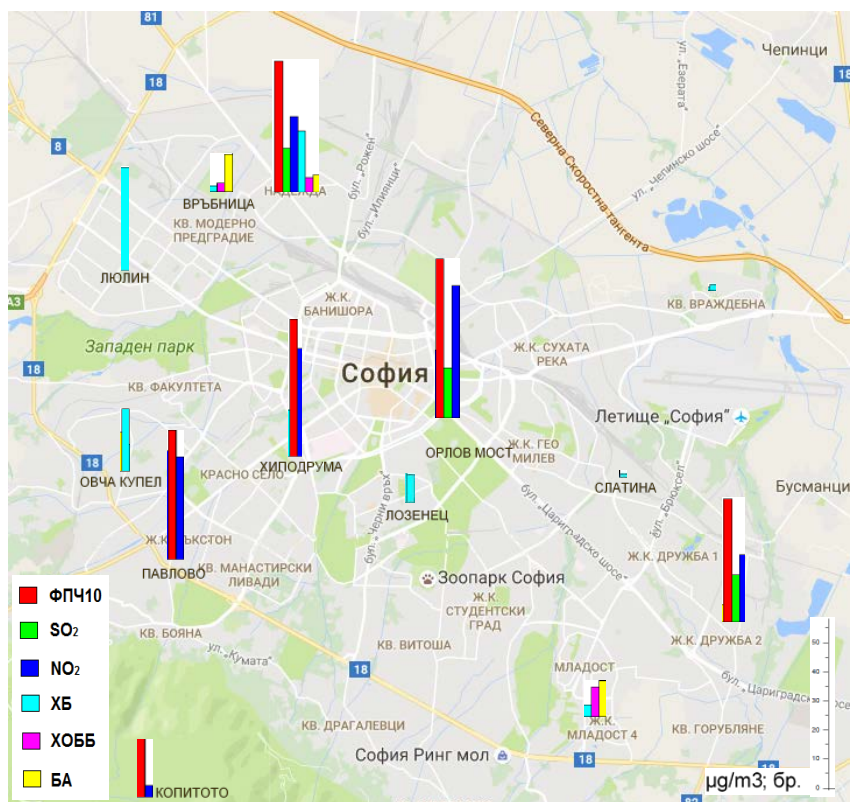


Фиг. 5: Отлагане на ФПЧ с различни размери в респираторния тракт.

ни), или по-тежко протичане на бронхиалната астма, хроничния бронхит, белодробния емфизем и съществуващите сърдечносъдови заболявания.

### Болести, дължащи се на замърсяването на въздуха

**ХОББ (Хронична обструктивна белодробна болест)** . Замърсеният градски атмосферен аерозол се явява като втори основен рисков фактор, след тютюнопушенето за възникване на ХОББ.



Фиг. 6: Средногодишни концентрации на ФПЧ10, SO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) и заболяемост (бр. случаи)

Според СЗО в света има над 600 млн. болни от ХОББ, като прогнозата е, че към 2020 г. това заболяване ще бъде номер 3 в листата на убийците на съвременния човек.

ХОББ съществува под формата на бронхитна, емфиземна, астматична и различни смесени форми. Най-характерно за ХОББ е хронична-

### *Влияние на градския атмосферен аерозол върху честотата на ...*

та, неспецифична и прогресираща обструкция на дихателните пътища, резултата на патологичен възпалителен отговор към инхалираните вредни прахови частици и газове.

**Бронхиална астма** . Тя е най-честото заболяване на дихателната система в световен мащаб – 300 млн. болни. Бронхиалната астма е хроничен възпалителен процес на дихателните пътища, който се извява с хиперреактивност към различни стимули и с вариабилна и обратима обструкция срещу въздушния поток, но не всякога напълно възстановима.

Клинично се проявява с повтарящи се епизоди на суха дразнеща кашлица, хрипове, персистиращ задух при покой или при физически натоварвания, стягания и бодежи в гръдния кош.

Астматичният статус е пристъп, продължаващ часове без да се повлиява от приложеното лечение. И при неадекватно и ненавременно лечение води до летален изход.

### **Заклучение**

От направените изследвания се вижда, че основните метеорологични параметри, като температура, посока и скорост на вятъра и влажност на въздуха, оказват съществено влияние върху концентрацията и на двете фракции ФПЧ.

С развитието на слоя на смесване концентрацията на фината фракция се променя значително, докато ФПЧ10 има по-инертно поведение.

Спецификата в топографията на района създава характерна роза на ветровете и в комбинация с планинско-долинната циркулация формират типично преразпределение на аерозола по склоновете на Витоша.

Съвместното влияние на топографията, метеоусловията и разположението на източниците на ФПЧ създават наблюдаваното по райони разпределение на респираторните болести.

### **Благодарности**

Тези изследвания са финансирани по договор ДФНИ Е02/19 към Фонд Научни Изследвания.

### **Литература**

- [1] Pöshl, U. Atmospheric aerosols: Composition, Transformation, Climate and Health Effects. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2005 **44** 7520-7540.

*Н. Гронеv, Пл. Савов, М. Вацкичева, Н. Колев, А. Манолова*

- [2] Maynar, A and Kuempel, E. Airborne nanostructured particles and occupational health. *Jour. Nanopar. Res.* 2005 7 587-614.
- [3] Savov, P., Kolev, N., Evgenieva, T., Vatzkitcheva, M., Danchovski, Correlations between particle number concentrations, boundary layer height, meteorological parameters and urban environments. *Comt. Rend. Bulg. Acad. Sci.*, 2016, **69** (1) 19-24.