



БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
НАЦИОНАЛЕН ИНСТИТУТ ПО МЕТЕОРОЛОГИЯ И ХИДРОЛОГИЯ

Статистически анализ
на връзката на концентрациите на ФПЧ_{10}
с метеорологичните условия
в община Пловдив през 2016 г.

О Т Ч Е Т

по заявка от „ЕНВИРО КОНСУЛТ“ ООД / Община Пловдив

Октомври 2017г

Въведение

Качеството на Атмосферния Въздух (КАВ) се определя от две групи фактори: от количеството и начина на отделяне на емитираните във въздуха емисии и от географско-климатичните и инфраструктурни особености на района. Принос за нарушаване на стандартите за КАВ дават фактори и от двете групи. Значението на фактори от втората група, в частност на метеорологичните такива, може и обикновено е различно в различни райони. Този факт не е без значение, когато трябва да се оценяват усилията на дадена институция да поддържа добро КАВ. Една община може да прилага по-ефективни мерки за осигуряване на добро КАВ, отколкото друга община, но поради по-неблагоприятни метеорологични условия в първата, КАВ в нея да е по-лошо отколкото във втората община. Това води до необходимостта да се разглеждат и дефинират метеорологични параметри, които да характеризират потенциала за разсейване на атмосферни замърсители в даден район, което е предпоставка за справедлива оценка на усилията на дадена институция да поддържа добро КАВ в подопечния ѝ район. Този въпрос, по отношение нарушението на средноденонощната норма на фини прахови частици (ФПЧ₁₀) в гр.Пловдив през 2016г. е предмет на настоящия анализ.

Дисперсионни характеристики

Метеорологичните фактори, които определят дисперсията на замърсители в атмосферата са:

- скорост на вятъра,
- стратификация на атмосферата,
- валеж.

Ролята на вятъра е лесно разбираема. Движението на въздушните маси изнася отделените емисии от района, в който те са отделени. Проблем за населените места са ситуацията с ниска скорост на вятъра, когато движението на въздушните маси е бавно или незначително (тихо време, безветрие) и отделените емисии се задържат в населеното място. Валежите имат отчисващо действие за атмосферата. Част от замърсителите се акумулират от дъждовните капки и заедно с тях падат на земната повърхност. Така се увеличава депозицията на замърсителите върху земната повърхност и намалява концентрацията им в атмосферата. Устойчивата стратификация потиска движенията във вертикална посока (закон на Архимед) и възпрепятства издигането на отделените замърсители във височина, замърсителите се задържат в ниските слоеве на атмосферата, което води до повишаване на концентрациите им и до нарушение на съответните норми. Обратно, неустойчивата стратификация стимулира движенията във вертикална посока, води до изнасяне на част от замърсителите във височина и до намаляване на концентрацията им в ниските слоеве на атмосферата. Слой в атмосферата, в който има устойчива стратификация се нарича инверсионен слой, а слой с неустойчива стратификация – слой на смесване (СС).

Един от най-популярните индикатори за стратификацията на атмосферата в приземния слой е параметър на Паскуил (Pasq), който взема следните значения:

Pasq = 6 или А - максимално неустойчива стратификация

Pasq = 5.5 или А-В

Pasq = 5 или В

Pasq = 4.5 или В-С

Pasq = 4 или С

Pasq = 3.5 или С-Д

Pasq = 3 или D - неутрална стратификация

Pasq = 2 или Е

Pasq = 1 или F - максимално устойчива стратификация,

При устойчива стратификация параметърът взема стойност Pasq = 1 и 2, при неутрална и близка до неутрална – взема стойности 3 и 3.5. С по-високите стойности 4 – 6 се означават различните степени на неустойчива стратификация. Средночасовите стойности на параметъра на Паскуил в настоящото изследване са определени съгласно един от най-популярните методи <http://www.air-dispersion.com/formulas.html>. За разлика от други метеорологични параметри, простото усреднение на параметъра на Паскуил за денонощието е деликатен въпрос. Обичайно, стратификацията е устойчива нощем и неустойчива през деня и усреднената стойност ще клони към неутрална стратификация, което не отразява реалните условия за разпространение на замърсителите в атмосферата. В настоящия анализ, като среден за денонощието показател за стратификацията на атмосферата се приема броя часове с неустойчива стратификация минус брой часове с устойчива стратификация, означавана в графиките от Приложение 1, като „стратификация”. Отрицателните стойности означават преобладаваща през денонощието устойчива стратификация, положителните - преобладаваща неустойчива стратификация.

В настоящия анализ се използва и параметър, означаван като „дисперсионен потенциал“, който е модифициран параметър на Паскуил, с по-голяма тежест на скоростта на вятъра.

Определена е средната за деня височина h на СС, като във фигурите в Приложение 1 се дава стойността $\log(h/10)$, с цел да бъде възможно показването на височината на СС на една графика с други величини. Освен това е определян и интегрален слой на смесване – интеграл във времето на височината h в последните три дни, като стойностите на h поотдалечени от настоящия момент се взимат с по-малко тегло. Размерността на тази величина е $\text{км}^2\cdot\text{ч}$, а във фигурите в Приложение 1 се дава стойността $\log(h/1000)$. По този начин се отчита съществуването на метеорологична обстановка, благоприятстваща натрупването на замърсители в продължение на няколко дни.

Стойностите на горепосочените параметри са определени по информация от автоматична метеорологична станция на Националния Институт по Метеорология и Хидрология (НИМХ), разположена в чертите на града. За всеки ден от 2016г. те са представени на фигурите в

Приложение 1, заедно със средноденонощната стойност на концентрацията на ФПЧ₁₀ в пунктове „Каменица“ и „Тракия“. Последните са определени по данни от двете станции на Изпълнителната Агенция по Околна Среда (ИАОС) в пункт Тракия и пункт „Каменица“.

Статистически анализ

Средноденонощната стойност на ФПЧ₁₀ е определена за 362 дни в пункт „Тракия“ и за 357 дни в пункт „Каменица“. В останалите дни от 2016г, главно по технически причини, определянето на средноденонощната стойност не е било възможно. Резултатите от статистическото съпоставяне на метеорологичните параметри и нарушенията на средноденонощната норма от 50мкг/м³ са представени в Табл.1. За цялата 2016г. нормата е била превишена 114 дни в пункт „Тракия“ и 82 дни в пункт „Каменица“, което съответно прави 31% и 22% от дните в годината.

Преобладаващият брой превишения на ПС за ФПЧ₁₀ са се случили в дните, когато е било на лице тихо време (средноденонощна скорост на вятъра равна, или по-малка от 1.5м/с) - 86% от превишенията в пункт „Тракия“ и 86.6% в пункт „Каменица“. Само 3.5% от превишенията в пункт „Тракия“ и 2.4% от превишенията в пункт „Каменица“ се случват при скорост на вятъра над 3м/с. Превишение на нормата в пункт „Тракия“ е имало в 57.4% от дните, в които скоростта на вятъра е по-ниска от 1м/с и само в 10.8% от дните, в които скоростта на вятъра е по-висока от 3м/с. Превишение на нормата в пункт „Каменица“ е имало в 42.6% от дните, в които скоростта на вятъра е по-ниска от 1м/с и само в 5.4% от дните, в които скоростта на вятъра е по-висока от 3м/с.

65.8% от превишенията в пункт „Тракия“ и 76.8% от превишенията в пункт „Каменица“ са се случили когато в денонощието е преобладавала устойчива стратификация. При неустойчива стратификация са се случили 23.7% и 12.2% от превишенията в пункт „Тракия“ и в пункт „Каменица“, съответно. Превишение на нормата в пункт „Тракия“ е имало в 68.8% от дните с устойчива стратификация и само в 11.8% от дните с неустойчива стратификация. Превишение на нормата в пункт „Каменица“ е имало в 57.8% от дните с устойчива стратификация и само в 4.5% от дните с неустойчива стратификация.

При височина на СС по-малка от 500м. са се случили 88.6% от превишенията в пункт „Тракия“ и 90.2% от превишенията в пункт „Каменица“. При височина на СС по-голяма от 1000м. са се случили 0.9% от превишенията в пункт „Тракия“ и 1.2% от превишенията в пункт „Каменица“. Превишение на нормата в пункт „Тракия“ е имало в 96.2% от дните, когато височина на СС по-малка от 100м. и само в 0.23% от дните, когато височина на СС е по-голяма от 1000м. Превишение на нормата в пункт „Каменица“ е имало в 84.6% от дните, когато височина на СС е по-малка от 100м. и само в 0.23% от дните, когато височина на СС е по-голяма от 1000м.

При интегрален СС по-малък от 15км*ч са се случили 82.5% от превишенията в пункт „Тракия“ и 86.6% от превишенията в пункт „Каменица“. При интегрален СС по-голям от

25км*ч са се случили 5.3% от превишенията в пункт „Тракия“ и 4.9% от превишенията в пункт „Каменица“. Превишение на нормата в пункт „Тракия“ е имало в 92.7% от дните, когато интегралният СС е по-малък от 5км*ч и само в 0.08% от дните, когато интегралният СС е по-голям от 25км*ч. Превишение на нормата в пункт „Каменица“ е имало в 82.9% от дните, когато интегралният СС е по-малък от 5км*ч и само в 5.4% от дните, когато интегралният СС е по-голям от 25км*ч.

Дисперсионният потенциал се оказва подходяща информационна характеристика. За пункт „Тракия“ - 89.5% , а за пункт „Каменица“ – 91.5% от превишенията се случват когато дисперсионният потенциал е равен, или по-малък от 2. При дисперсионен потенциал по-голям от 3 не се наблюдават превишения на нормата.

Превишение на нормата в пункт „Тракия“ е имало в 17.2% от дните, когато е имало валеж и в 36.4% от дните, когато не е имало валеж. Превишение на нормата в пункт „Каменица“ е имало в 8.5% от дните, когато е имало валеж и в 28.1% от дните, когато не е имало валеж.

Заклучение

Анализът показва силната зависимост на концентрациите на ФПЧ₁₀ от метеорологичните условия. Преобладаващият брой превишения на средноденонощната стойност от 50мкг/м³ на ФПЧ₁₀ се случват при наличие на неблагоприятни метеорологични условия – тихо време, устойчива стратификация, малка височина на слоя на смесване, отсъствие на валеж. През 2016г. такива условия често са били налице в гр. Пловдив:

- 233 дни с тихо време, в които са 86 – 86.6% от превишенията;
- 109 дни с преобладаваща устойчива стратификация, в които са 65.8 – 76.8% от превишенията;
- 259 дни с височина на слоя на смесване по-малка от 500м, в които са 88.6 - 90.2% от превишенията;
- 250 дни с потенциал за разсейване по-малък от 2, в които са 89.5 – 91.5% от превишенията;
- 223 дни с интегрален слой на смесване по-малък от 15км*ч, в които са 82.5 – 86.6% от превишенията;
- 269 дни без валеж, в които са 86 – 90.2% от превишенията.

Общият извод от направения анализ е, че метеорологичните условия в района на гр.Пловдив през 2016г. са били до голяма степен причина за превишаване на средноденонощната норма за ФПЧ₁₀.

Пункт „Тракия“						Пункт „Каменица“				
Метеорологичен параметър			Нарушения на стандарта за ФПЧ			Метеорологичен параметър		Нарушения на стандарта за ФПЧ		
Скорост на вятъра			дни с концентрация над ПС			Скорост на вятъра		дни с концентрация над ПС		
Диапазон [м/с]	Брой дни в диапазона	% от всички 362 дни	Брой дни	% от всички 114 дни с нарушения	% от дните със съответната стойност на метеорологичния параметър	Брой дни в диапазона	% от всички 357 дни	Брой дни	% от всички 82 дни с нарушения	% от дните със съответната стойност на метеорологичния параметър
≤ 1	141	39	81	71.1	57.4	141	39.5	60	73.2	42.6
≤ 1.5	233	64.4	98	86	42.1	229	64.1	71	86.6	31
≤ 2	278	76.8	105	92.1	37.8	273	76.5	76	92.7	27.8
≤ 3	325	89.8	110	96.5	33.8	320	89.6	80	97.6	25
> 3	37	10.2	4	3.5	10.8	37	10.4	2	2.4	5.4
Стратификация			дни с концентрация над ПС			Стратификация		дни с концентрация над ПС		
Диапазон	Брой дни в диапазона	% от всички 362 дни	Брой дни	% от всички 114 дни с нарушения	% от дните със съответната стойност на метеорологичния параметър	Брой дни в диапазона	% от всички 357 дни	Брой дни	% от всички 82 дни с нарушения	% от дните със съответната стойност на метеорологичния параметър
устойчива	109	30.1	75	65.8	68.8	109	30.5	63	76.8	57.8
неутрална	25	6.9	12	10.5	48	25	7	9	11	36
неустойчива	228	63	27	23.7	11.8	223	62.5	10	12.2	4.5

Височина на слоя на смесване			дни с концентрация над ПС			Височина на слоя на смесване			дни с концентрация над ПС		
Диапазон, м	Брой дни в диапазо на	% от всички 362 дни	Брой дни	% от всички 114 дни с нарушения	% от дните със съответната стойност на метеорологичния параметър	Брой дни в диапазо на	% от всички 357 дни	Брой дни	% от всички 82 дни с нарушения	% от дните със съответната стойност на метеорологичния параметър	
≤ 100	26	7.2	25	21.9	96.2	26	7.3	22	26.8	84.6	
≤ 200	91	25.1	72	63.2	79.1	91	25.5	57	69.5	62.6	
≤ 300	175	48.3	92	80.7	52.6	175	49	69	84.1	39.4	
≤ 500	259	71.5	101	88.6	39	256	71.7	74	90.2	28.9	
≤ 1000	319	88.1	113	99.1	35.4	314	88	81	98.8	25.8	
> 1000	43	11.9	1	0.9	0.23	43	12	1	1.2	0.23	
Интегрален слой на смесване, км*ч			дни с концентрация над ПС			Интегрален слой на смесване, км*ч			дни с концентрация над ПС		
Диапазон	Брой дни в диапазо на	% от всички 362 дни	Брой дни	% от всички 114 дни с нарушения	% от дните със съответната стойност на метеорологичния параметър	Брой дни в диапазо на	% от всички 357 дни	Брой дни	% от всички 82 дни с нарушения	% от дните със съответната стойност на метеорологичния параметър	
≤ 5	41	11.3	38	33.3	92.7	41	11.5	34	41.5	82.9	
≤ 10	122	33.7	72	63.2	59	122	34.2	57	69.5	46.7	
≤ 15	223	61.6	94	82.5	42.2	221	61.9	71	86.6	32.1	
≤ 20	264	72.9	102	89.5	38.6	260	72.8	76	92.7	29.2	

≤ 25	287	79.3	108	94.7	37.6	283	79.3	78	95.1	27.6	
> 25	75	20.7	6	5.3	0.08	74	20.7	4	4.9	5.4	
Дисперсионен потенциал			дни с концентрация над ПС			Дисперсионен потенциал			дни с концентрация над ПС		
Диапазон	Брой дни в диапазона	% от всички 362 дни	Брой дни	% от всички 114 дни с нарушения	% от дните със съответната стойност на метеорологичния параметър	Брой дни в диапазона	% от всички 357 дни	Брой дни	% от всички 82 дни с нарушения	% от дните със съответната стойност на метеорологичния параметър	
≤ 1	3	0.8	2	1.8	66.7	3	0.8	2	2.4	66.7	
≤ 2	250	69.1	102	89.5	40.8	247	69.2	75	91.5	30.4	
≤ 3	337	93.1	114	100	33.8	332	93	82	100	24.7	
>3	25	6.9	0	0	0	25	7	0	0	0	
валеж			дни с концентрация над ПС			валеж			дни с концентрация над ПС		
Диапазон	Брой дни в диапазона	% от всички 362 дни	Брой дни	% от всички 114 дни с нарушения	% от дните със съответната стойност на метеорологичния параметър	Брой дни в диапазона	% от всички 357 дни	Брой дни	% от всички 82 дни с нарушения	% от дните със съответната стойност на метеорологичния параметър	
вали	93	25.7	16	14	17.2	94	26.3	8	9.8	8.5	
не вали	269	74.3	98	86	36.4	263	73.7	74	90.2	28.1	

Табл.1 Разпределение на метеорологичните параметри, определящи дисперсията на замърсители и на случаите, когато средноденоношните концентрации на ФПЧ10 превишават праговата стойност (ПС) от 50мкг/м3.