

Тенденции в изменението на състоянието на атмосферния въздух на територията на гр. София за 12-годишен период

Билиана Костова¹, Ива Борисова¹, Вилма Петкова^{1,2}

¹Нов български университет, департамент „Природни науки“, бул. „Монтевидео“ № 21, 1618 София, България

²Институт по минералогия и кристалография „Акад. Иван Костов“, Българска академия на науките, ул. „Акад. Георги Бончев“,

бл. 107, 1113 София, България

bkostova@nbu.bg

The trends in quality changes of the Sofia atmospheric air for a 12-year period

Bilyana Kostova¹, Iva Borisova¹, Vilma Petkova^{1,2}

¹New Bulgarian University, Department of Natural Science, 21 Montevideo St., 1618 Sofia, Bulgaria

²Institute of Mineralogy and Crystallography “Acad. Ivan Kostov”, Bulgarian Academy of Sciences, Acad. G. Bonchev St., Bl. 107, 1113 Sofia, Bulgaria

bkostova@nbu.bg

Резюме: Анализирани са официални данни на Изпълнителната агенция по околната среда (ИАОС) за съдържанията на SO₂, NO₂, фини прахови частици (ФПЧ₁₀), O₃, CO и C₆H₆ в атмосферния въздух на територията на гр. София за 12-годишен период (2007 – 2018). Очертани са тенденциите в техните сезонни и годишни изменения, определящи качеството на въздуха в градската среда.

Ключови думи: качество на атмосферния въздух, замърсители на атмосферния въздух, градска среда

Abstract: The official data of the Executive Environment Agency (ExEA) for the contents of SO₂, NO₂, fine air particles, O₃, CO and C₆H₆ in the atmospheric air on the territory of Sofia for a 12-year period (2007 – 2018) are analyzed. The trends in their seasonal and annual changes defining the air quality in the urban environment are outlined.

Keywords: ambient air quality, air pollutants, urban environment

Замърсяването на атмосферния въздух в урбанизираните територии е въпрос от световен мащаб, водещ пряко до глобални екологични проблеми като глобално затопляне, проява на киселинни дъждове, смог [Goodess et al. 1992; Христова и кол., 2016; Стойчева, Евтимов, 2014; Велчева, 2016] и непряко – до намаляване площите на земеделски земи и зелените пространства, повишени нива на шум и др. [Берберова, 2007; Берберова, Менков, 2007; Костова, Берберова, 2009], както и до сериозни здравословни проблеми при хората и дори до застрашаващи човешкия живот състояния [СРЗИ; Хаджиев, Петкова, 2019].

Опазването на атмосферния въздух в България се следи от Закона за чистотата на атмосферния въздух [ЗЧАВ], в който се определят основните показатели, характеризиращи неговото качество: фини прахови частици, серен диоксид (SO_2), азотен диоксид и/или азотни оксиди (NO), въглероден оксид (CO), озон (O_3), олово (аерозол); бензен (C_6H_6), полициклични ароматни въглеводороди, тежки метали – кадмий, никел, живак и арсен.

София е градът с най-високо урбанизираната и населена територия в България и като такъв е важно да се следи състоянието на атмосферния въздух. Във връзка с това на територията на града са изградени два ръчни пункта за мониторинг на качеството на атмосферния въздух с ръчно пробовземане и последващ лабораторен анализ и седем автоматично измервателни станции, които са част от Националната автоматизирана система за контрол качеството на въздуха (тази система включва 50 мониторингови пункта, разположени на територията на цялата страна) [ИАОС].

София е град с различни източници на замърсяване на атмосферния въздух, главните от които са: автомобилен транспорт: 57% от общите емисии на NO_x , 93% от емисиите на CO , 70% от емисиите на CO_2 , 83% от N_2O , [Тошев, Петков, 2003]; топлоелектрически централи – източник на емисии на NO , SO , въглероден оксид и ФПЧ [ГД 2005]; инсинератор за изгаряне на опасни болнични отпадъци – източник на емисии на CO , CH_4 , NH_4 , H_2S и др. [ГД 2017_a]; производство на алуминиеви сплави – източник на емисии на ФПЧ, NO , SO , неорганични съединения на F и H и др. [ГД 2017_б]; производство на мед и медни сплави – източник на емисии от ФПЧ, NO , Cu и медни съединения, CO , HCl и др. [ГД 2017_в]; производство на стъкло – източник на CO , CO_2 , NH_4 , NO , SO , Cr , ФПЧ₁₀ и др. [ГД 2017_г].

1. Данни и методи

Състоянието на въздуха на гр. София е проследено по следните параметри: SO_2 , NO_2 , фини прахови частици (ФПЧ₁₀), O_3 , CO и C_6H_6 . Използвани са официални данни за гр. София за 12-годишен период от 2007 до 2018 г.,

публикувани в тримесечните бюлетини на Изпълнителната агенция по околна среда [ИАОС].

За проследяване на тенденциите в изменението на състоянието на атмосферния въздух на територията на град София [Борисова, 2019] са използвани максималните измерени стойности на избраните показатели, измерени в някои от деветте пункта за мониторинг на територията на гр. София, като са сравнени с официалните норми за качество на атмосферния въздух в България [Наредба № 12].

2. Резултати и дискусия

Таблица 1 представя нормите за качеството на атмосферния въздух, а Таблица 2 – измерените максимални стойности на показателите за SO₂, NO₂, ФПЧ₁₀, O₃, CO и C₆H₆ от пунктовете за мониторинг на територията на гр. София за периода 2007 – 2018 г. [ИАОС].

Таблица 1. Норми за качество на атмосферния въздух [Наредба № 12]

Замърсител	Период на осредняване	Норма
SO ₂ [µg/m ³]	24 h	125.00
NO ₂ [µg/m ³]	1 h	200.00
ФПЧ ₁₀ [µg/m ³]	1 y	40.00
O ₃ [µg/m ³]	1 h	180.00 240.00 (за предупреждаване на населението)
CO [mg/m ³]	8h	10.00
C ₆ H ₆ [µg/m ³]	1 y	2007 г. – 8.00 2008 г. – 7.00 2009 г. – 6.00 2010 г. – 5.00

Таблица 2. Измерени максимални стойности на показателите за SO₂, NO₂, ФПЧ₁₀, O₃, CO и C₆H₆ в пунктовете за мониторинг на територията на гр. София за периода 2007 – 2018 г. [ИАОС]

Година	Три-месе-чие	SO ₂ µg/m ³		NO ₂ µg/m ³	ФПЧ ₁₀ µg/m ³	O ₃ µg/m ³	CO mg/m ³	C ₆ H ₆ µg/m ³
		1 h	24 h	1 h	1 y	1 h	8 h	1 y
2007	I	319.00	76.86	271.00	80.04	108.00	9.40	11.35
	II	114.00	37.68	128.00	57.53	141.66	2.40	2.78
	III	92.00	31.50	160.00	56.80	212.60	3.70	1.20
	IV	299.00	157.40	274.00	90.60	107.60	8.00	3.00
2008	I	385.00	174.70	430.00	130.00	120.00	11.10	4.10
	II	114.00	37.68	163.00	50.90	165.00	2.70	2.40
	III	127.00	127.60	194.00	44.03	187.80	3.60	2.15
	IV	163.00	64.70	281.00	74.80	93.00	6.90	4.83
2009	I	553.00	250.30	344.00	90.35	142.94	9.60	4.42
	II	104.00	36.30	162.00	46.50	185.00	2.10	1.80
	III	97.00	19.93	136.00	46.61	212.00	2.60	1.67
	IV	102.90	40.00	349.30	85.30	108.60	8.80	3.40
2010	I	143.00	43.70	197.00	55.03	127.00	4.60	2.93
	II	46.27	14.75	135.00	37.31	182.00	2.40	1.08
	III	75.56	21.31	143.82	40.02	178.16	2.20	0.73
	IV	113.10	32.97	365.55	88.08	93.64	13.40	2.57
2011	I	170.36	74.27	294.20	111.03	127.22	n.a.	2.74
	II	99.98	33.00	125.62	35.61	149.46	n.a.	0.43
	III	74.54	17.53	174.10	42.21	159.83	2.18	1.05
	IV	112.44	62.34	247.85	89.89	150.02	7.90	4.87
2012	I	254.38	89.08	280.90	73.45	150.66	9.16	3.74
	II	48.45	16.70	107.28	29.35	154.98	1.63	2.84
	III	128.94	46.51	159.96	36.84	204.62	2.54	2.52
	IV	82.36	45.03	284.85	75.47	116.87	8.11	4.30
2013	I	81.67	42.69	126.07	53.53	112.05	4.13	3.17
	II	37.04	15.95	117.57	36.78	152.99	2.16	1.23
	III	47.26	17.28	108.94	36.69	153.76	2.10	1.19
	IV	102.83	34.57	198.35	80.29	101.78	8.12	5.32

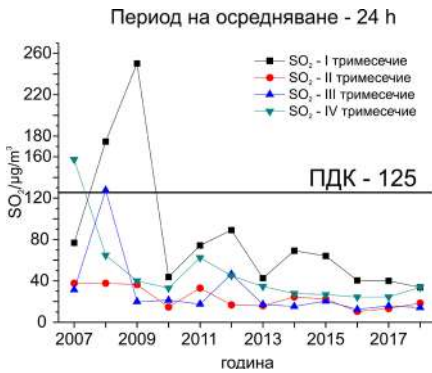
2014	I	176.84	69.22	146.50	82.72	150.45	7.56	5.29
	II	74.47	24.54	96.91	32.19	144.42	1.68	2.05
	III	41.10	15.35	106.18	33.59	144.79	2.04	0.55
	IV	91.21	27.80	161.97	64.37	117.26	7.47	3.82
2015	I	140.86	64.08	212.45	58.69	104.14	6.69	2.86
	II	87.05	22.33	136.84	31.53	136.30	1.53	0.95
	III	74.82	20.52	240.04	35.46	174.89	1.77	0.94
	IV	70.76	26.64	198.36	58.05	89.61	6.10	4.02
2016	I	128.02	40.44	221.96	53.05	98.12	5.50	3.48
	II	32.26	10.39	94.74	30.87	177.66	1.19	0.64
	III	45.30	12.47	218.40	30.42	164.10	1.40	0.72
	IV	72.94	24.33	226.55	54.04	120.71	4.45	3.77
2017	I	105.04	39.92	229.13	77.05	110.77	5.44	4.87
	II	36.81	13.20	98.76	35.88	226.42	0.72	1.03
	III	48.43	15.72	124.71	32.75	217.48	0.78	0.88
	IV	129.24	24.45	152.25	52.67	125.82	3.91	3.86
2018	I	172.39	30.59	173.10	52.52	104.61	4.93	6.66
	II	115.47	18.54	99.63	33.14	254.00	1.08	3.74
	III	37.52	14.26	88.12	32.73	152.06	0.87	3.97
	IV	165.03	33.63	165.03	56.19	99.29	4.62	10.73

Въз основа на данните от Таблицы 1 и 2 са построени графики за тенденцията в изменението на отделните показатели за периода 2007 – 2018 г. (Фиг. 1–6). Данните са групирани за всяка една година в четири тримесечия: I тримесечие (януари – март), II тримесечие (април – юни), III тримесечие (юли – септември) и IV тримесечие (октомври – декември). По абсцисата са нанесени годините (от 2007 до 2018 г.), а по ординатата – измерените стойности за всеки един замърсител. На всяка графика са нанесени и стойностите на пределно допустими концентрации (ПДК).

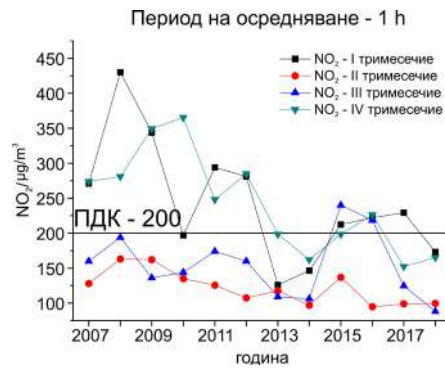
Данните за SO_2 са представени на Фиг. 1. Стойности над ПДК са отчетени веднъж за IV тримесечие на 2007, два пъти за I тримесечие на 2009 г. и един път – III тримесечие на 2008 е отчетена стойност, равна на ПДК. Всички измерени максимални стойности са под ПДК за SO_2 . Тези стойности са отчетени няколкократно за периода, като може да се приеме, че са пренебрежими за цялостния период от 12 години. Останалите стойности показват

ясна сезонност – най-ниски стойности за II и III тримесечие и слабо повишаване на стойностите за I и IV тримесечие, когато в града топлоелектрическите централи (ТЕЦ) работят на пълни мощности. Данните показват, че въпреки големия брой население на гр. София, емисиите на SO_2 не са фактор за влошаването на качество на атмосферния въздух.

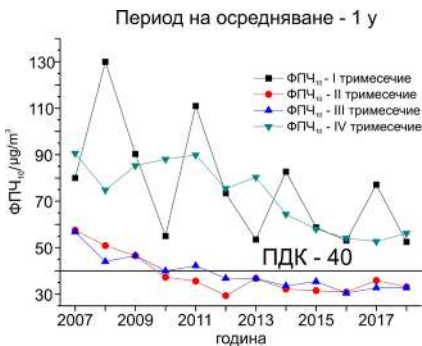
Фигура 2 представя данните за NO_2 . За I и IV тримесечие се установяват стойности над ПДК. ТЕЦ и автомобилният транспорт са основни замърсители на въздуха с NO_2 , което обяснява измерените високи нива през зимните месеци. Наблюдава се обща тенденция за намаляване количествата на NO_2 от 2008 към 2018 г. и приближаването им към стойностите на ПДК, което най-вероятно се дължи на новите политики за горивата и по-засилените мерки за контрол на техническата изправност на автомобилите. Независимо от това, данните показват, че емисиите на NO_2 замърсяват въздуха на гр. София.



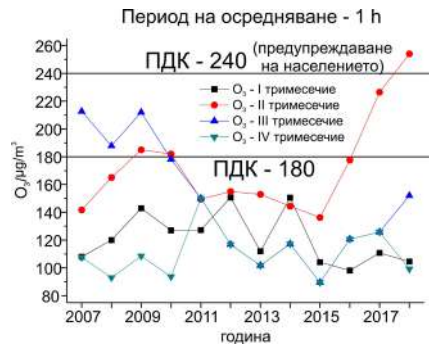
Фиг. 1. SO_2 , период на осредняване – 24 ч.



Фиг. 2. NO_2 , период на осредняване 1 ч.



Фиг. 3. FPM_{10} , период на осредняване 1 г.



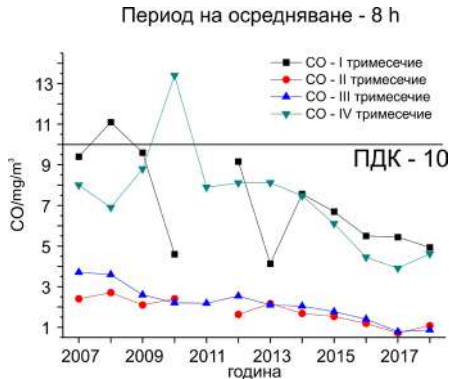
Фиг. 4. O_3 , период на осредняване 1 ч.

Фигура 3 представя изменението на ФПЧ_{10} в атмосферния въздух. За I и IV тримесечие стойностите имат тенденция като тези на NO_2 – превишават тези на ПДК с обща тенденция за намаляване и приближаване към граничните стойности на ПДК. За II и III тримесечие се наблюдава стабилна тенденция за намаляване – слабо превишаващите ПДК стойности за 2007 – 2009, след 2009 до 2018 са винаги под ПДК. Основни източници на ФПЧ са промишлеността, транспорта, ТЕЦ и локалното битово отопление. Тези източници за замърсяване в комбинация със специфичните метеорологични условия през зимния сезон водят до постоянно превишаване на ПДК (през зимните месеци намалява възможността за разсейване на ФПЧ). Данните показват, че ФПЧ_{10} са сериозен замърсител на въздуха в града.

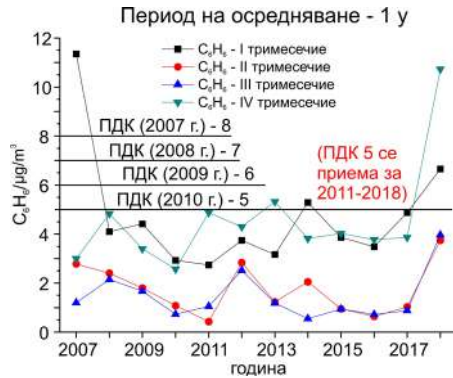
Фигура 4 представя съдържанията на O_3 във въздуха. Наблюдава се ясна тенденция за повишаване на O_3 през II и III тримесечие, които превишават ПДК в началото и в края на периода. За I и IV тримесечие стойностите са винаги под ПДК. O_3 не се емитира директно във въздуха, а се образува при взаимодействие на азотни оксиди, летливи органични съединения и повишени стойности на слънчева енергия, което обяснява повишените му стойности през летните месеци. Тъй като няма конкретен източник на емисии на озон, за да бъдат намалени неговите стойности е необходимо да бъдат намалени емисиите на NO и летливите органични съединения.

Фигура 5 показва съдържанията на CO . Максималните стойности на CO се отчитат през I и IV тримесечие. Основният източник на емисиите от CO е автомобилният транспорт. Така по-натовареният трафик през зимните месеци се отразява на стойностите на CO . Независимо от това, почти всички измервания през тези две тримесечия са под ПДК и показват ясна тенденция на намаляване към края на периода. Пониженият автомобилен трафик в града през летните месеци влияе драстично върху стойностите на CO и те са до три пъти под ПДК.

На Фиг. 6 са представени данните от замърсяванията с C_6H_6 , както и стойностите за ПДК, които са се изменяли в годините. За периода 2011 – 2018 г. не са публикувани конкретни стойности, поради което се приема, че за този период важат стойностите за 2010 г. Наблюдава се максимум на стойностите I и IV тримесечие и минимум през II и III тримесечие, като практически всички отчетени стойности са под ПДК и не показват изменение от 2007 до 2017 г. За 2018 г. се наблюдава драстично повишаване на C_6H_6 за цялата година, което вероятно е свързано с увеличаването на броя автомобили в града, които са основен източник на емисии на C_6H_6 .



Фиг. 5. CO, период на осредняване 8 ч. (за I и II тримесечие на 2011 г. липсват официални данни)



Фиг. 6. C₆H₆, период на осредняване 1 г.

Заклучение

Тенденциите в изменението на качеството на атмосферния въздух на гр. София могат да се определят като положителни, тъй като стойностите за:

- SO₂ след 2009 г. са винаги значително под ПДК;
- NO₂ показват тенденция за общо понижаване от началото към края на периода с минимални превишения на ПДК за I и IV тримесечие в края на периода;
- ФПЧ₁₀ показват ясна тенденция за понижаване както в зимните, така и в летните месеци от годината;
- CO след 2010 г. са под ПДК и показват ясна тенденция за намаляване през целия период;
- C₆H₆ са постоянни за целия период, които са по-ниски от ПДК.

Единственият показател, който не показва положителни тенденции е O₃. Тъй като този замърсител се образува в атмосферата, а не се имитира директно в нея, а образуването му е комплексен процес, контролирането на стойностите, както и определянето на причинителите за наличието му е трудно и изисква специализирани изследвания.

Благодарности

Авторите изказват своята благодарност за оказаната подкрепа към НБУ, департамент „Природни науки“, УПИЗ Лаборатория по геология – БФ и Лаборатория по химия – МФ.

Тази работа е част от успешно защитена магистърска теза в МП „Екологични експертизи и контрол“.

ЛИТЕРАТУРА

- Берберова Р. Урбанизация, природни бедствия и възможности за превенция, Сборник с доклади. Трета научна конференция с международно участие „Космос, екология, нанотехнологии, сигурност“ SENS'2007, БАН, 2007, 248-253. ISSN 2603-3321 (online)
- Берберова Р., М. Менков, Екология на града и качество на живот. Сборник с доклади „Научна конференция с международно участие „ВСУ'2007“, Том II, 2007, VI – 15-19. ISBN 978-954-331-016-6
- Борисова И. Анализ на промените в качеството на атмосферния въздух на град София за периода 2007-2018 г. Магистърска теза „Анализ на промените в качеството на атмосферния въздух на град София за периода 2007-2018 г.“, Нов български университет, Департамент „Природни науки“, Магистърска програма „Екологични експертизи и контрол“, 2019.
- ГД 2005: Годишен доклад за изпълнение на дейностите, за които е предоставено Комплексно разрешително № 30/2005 г. на „Топлофикация – София“ ЕАД.
- ГД 2017_а: Годишен доклад за изпълнение на дейностите, за които е предоставено Комплексно разрешително № 431 – НО/2012 г. на Инсинератор за изгаряне на опасни болнични отпадъци за 2017 г.
- ГД 2017_б: Годишен доклад по околна среда за изпълнение на дейностите, за които е предоставено Комплексно разрешително № 377-Н1-ИЮ-А2/2017 г. на „Стам Трейдинг“.
- ГД 2017_в: Годишен доклад за изпълнение на дейностите, за които е издадено Комплексно разрешително № 142-Н1/2016г. за 2017 г. на „София Мед“ АД.
- ГД 2017_г: Годишен доклад по околна среда за изпълнение на дейностите през 2017 г. на „Би Ей Глас България“ АД.
- ЗЧАВ – Закон за чистотата на атмосферния въздух, последно изменение и допълнение изм. и доп. ДВ. бр. 1 от 3 Януари 2019 г.
- ИАОС – Изпълнителна агенция по околната среда.
<http://eea.government.bg/>
- Костова Д., Р. Берберова. Екология и геоинформационни системи (ГИС), Сп. Екологично инженерство и опазване на околната среда, Кн. 3 – 4/2009, 102-106. ISSN 1311-8668
- Наредба № 12 от 15.07.2010 г. за норми за серен диоксид, азотен диоксид, фини прахови частици, олово, бензен, въглероден оксид и озон в атмосферния въздух (обн., ДВ, бр. 58 от 30.07.2010 г., посл. изм. и доп. ДВ. бр.79 от 8 Октомври 2019 г.)
- СРЗИ – Столична регионална здравна инспекция. Анализ на качеството на атмосферния въздух и здравния статус на населението в град София 2012 – 2017 г. 2016.

- Стойчева А., С. Евтимов. Диагностика на мъглите в София за периода 1992 – 2012 година. Годишник на Софийския университет „Св. Кл. Охридски“, Физически факултет. 107, 2014, 132 – 145. ISSN 0584-0279
- Тошев А., Й. Петков, Замърсяване на въздуха от транспорта. Механика, Транспорт, Комуникации. 1, 2003, BG-9.1–BG-9.9. ISSN 1312-3823
- Хаджиев Т., В. Петкова. Анализ на замърсяване на атмосферния въздух в гр. София с фини прахови частици (ФПЧ₁₀, ФПЧ_{2,5}). Годишник на департамент „Природни науки“ 2017. НБУ. 2019, 80-94. ISSN 2367-6302 (online)
- Христова, Е., Б. Велева, М. Корсачка, Л. Вълчева. Определяне химическия състав на валежите в град София, III Национален Конгрес по Физически Науки, 29.09 – 02.10.2016 г. CD, Херон Прес – София, 2016, ISBN 978-954-580-364-2.
- Goodess C. M., J. P. Palutikof, and T. D. Davies; The Nature and Causes of Climate Change, Lewis Publishers, Belhaven Press, London, 1992.