

# 1. МЕТОДИКА ЗА ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗМЕРВАНИЯ В АВТОМАТИЧНА ИЗМЕРВАТЕЛНА СТАНЦИЯ „ВЪЗРАЖДАНЕ”

**Целта на анализа** е да се предостави на членовете на Временната комисия по чистотата на въздуха, на Общински съвет на Община - Русе и на русенската общественост максимално пълна и обективно обработена информация за замърсяването на атмосферния въздух.

Резултатите от анализа ще бъдат използвани за съставяне на кадастър „Имисии” на Екологичния кадастър на Община - Русе.

Данните за анализа са резултати от измервания на Автоматична измервателна станция „Възраждане” на Изпълнителната агенция по околната среда.

Изходните данни са осигурени от народните представители Крум Зарков и Георги Стоилов. Те са внесени по официален път в Община - Русе.

Представени ми бяха с писмо №421/29.4.2020 г. от Общински съвет - Русе, подписано от председателя на Временната комисия по чистотата на атмосферния въздух г-н Дауд Ибрям.

**Обектът на анализа** са седем замърсителя на атмосферния въздух:

1. серен диоксид;
2. азотен диоксид;
3. азотен оксиди;
4. въглероден оксид;
5. озон;
6. фини прахови частици ФПЧ10;
7. фини прахови частици ФПЧ2.5.

**Използвани са седем основни показателя на замърсителите:**

- максимални средночасови концентрации;
- средночасови концентрации;
- максималните средноденонощни концентрации;
- средноденонощни концентрации ;
- средномесечни концентрации;
- средногодишни концентрации, изчислени за съпоставимост, въз основа на:
  - а) средночасовите,
  - б) средноденонощните и
  - в) средномесечните концентрации, като са използвани статистическите им разпределения;
- време на възникване на максималните средночасови и максималните средноденонощни концентрации.

Концентрациите са анализирани като случайни величини с непрекъснат характер.

Времената на появяване на максималните средночасови концентрации са възприети като дискретни случайни величини.

Данните са групирани в извадки по гореизложените показатели на атмосферните замърсители:

Извадка 1. Средночасови концентрации;

Извадка 2. Средноденонощни концентрации.

Извадка 3. Средномесечни концентрации.

Извадка 4. Средногодишни концентрации.

Анализираните данни са генерална съвкупност на всички измервания. Липсват данни, които са в дните, в които АИС „Възраждане” не е работила по технически причини или за профилактика. Те, по мои приблизителни пресмятания, са по-малко от 0,001 процент от генералната съвкупност от резултати от измерване на концентрациите на посочените замърсители.

Поради това може да се счита, че се анализира генерална съвкупност от данни в статистически смисъл.

**Обработени са над 220 000 данни от измерванията като едномерни, двумерни и тримерни съвкупности.**

**Средночасовите, средноденонощните, средномесечните и средногодишните концентрации се анализират във функция на времето. Поради това се използват два времеви показателя.**

**Първият показател са динамичните статистически редове** на средночасовите, средноденонощните и средногодишните концентрации, които отразяват изменението по часове, месеци и по години.

**Вторият показател на изменението във времето е трендът, който описва динамичните редове с регресионни модели и илюстрира общите тенденции.**

Спазени са изискванията на Наредба №12 за обобщаване на данните и статистическите параметри. Изискван минимум валидни данни за средночасови стойности е 45 минути. За денонощните стойности - 75 % от средночасовите стойности - най-малко 18 средночасови стойности.

Средногодишната стойност се определя въз основа на 90% от средночасовите стойности или 24-часовите стойности за годината.

Измененията на концентрациите на замърсителите са обработени чрез динамичен анализ.

Данните за концентрациите определят поредица състояния и последователни точки във времето. Формират се динамични статистически редове.

Статистическите редове са изобразени с линейни графики.

Разкрива се тенденцията в измененията на концентрациите на замърсителите.

Построяват се математични модели, като функции на времето. Те отразяват тенденциите, закономерностите в изменения на концентрациите. Използват се линейни и нелинейни трендови модели:

От нелинейните модели се прилагат: а) Модели с позитивна корелация и с ускорено или със затихващо нарастване; б) Модели с позитивна корелация с ускорено или затихващо намаление; в) Модели с логистична връзка.

Извеждат се моделите на изменение на концентрациите и коефициентът на детерминация. Коефициентът показва степента на зависимостта от времето. Избира се моделът с най-голям коефициент на детерминация, за който може да се твърди, че отразява най-адекватно насоката на развитие на данните за замърсяването на атмосферния въздух.

След предварителния анализ бе акцентирано върху шест модела: Линеен модел; Логаритмичен модел; Полиномен модел; Мултипликативен модел; Експоненциален модел; Модел на движещите се средни.

Моделът на движещите се средни се прилага основно в икономиката. Включен бе, тъй като стойностите на концентрациите на замърсителите в редица случаи се съсредоточават в променящи се области, чиито средни стойности се групират.

Прави се проверка на хипотезата за 15 статистически закони на разпределения на непрекъснати случайни величини - концентрациите на замърсителите, измерени в АИС „Възраждане“:

- закон на равната вероятност (Uniform);
- гамаразпределение (Gamma);
- нормално разпределение (Normal);
- триъгълно разпределение (Triang);
- логаритмично-нормално (LogNormal);
- експоненциално разпределение (Expon),
- логистично разпределение (Logistic);
- логаритмично-логистично разпределение (LogLogistic),
- инвариантно гаусово - разпределение на Валд (InvGauss),
- разпределение на Вейбул (Weibull),
- разпределение на Релей (Rayleigh);
- разпределение на Пирсон (Pearson);
- разпределение на Ерланг (Erlang),
- разпределение на екстремална стойност (ExtValue)<sup>1</sup>.

Времето на възникване на максималните средночасови и средноденонощни концентрации се задава с цели числа и се анализира като дискретна случайна величина.

Извършени са проверки на хипотези за пет дискретни разпределения:

- Биномиално разпределение;
- Разпределение на Поасон;
- Хипергеометрично разпределение;
- Инвариантно разпределение;
- Геометрично разпределение.

При компютърната обработка на данните е използван специализиран софтуер.

Установените закони на разпределение на концентрациите на замърсителите на атмосферния въздух се разглеждат като теоретични модели. Те апроксимират емпиричните данни от измерванията в АИС „Възраждане“<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> разпределение на Гъмбел

<sup>2</sup> експериментални данни, тъй като процесът на измерванията се разбира като експеримент, проведен в точката на локализиране на Автоматичната измервателна станция „Възраждане“.

Построяват се графичните им илюстрации, които създават възможност за сравняване на емпиричното и теоретичното разпределение.

Представят се параметрите и числените характеристики на теоретичните разпределения на концентрациите.

Паралелно се дават числените характеристики на емпиричното разпределение.

Използват се 13 числени характеристики, които определят:

а) положението на случайните величини - концентрациите на замърсителите,

б) разсейването на концентрациите,

в) формата на разпределенията - асиметрия и степен на заостреност на разпределението на концентрациите.

За всяка извадка от данни за замърсителите се изчисляват следните 15 характеристики:

1) лява абсолютна граница (Left X);

2) дясна абсолютна граница (Right X);

3) лява относителна граница (Left P в %);

4) дясна относителна граница (Right P в %)

5) абсолютен размах (Diff. X);

6) относителен размах (Diff. P в %);

7) минимална стойност (Minimum);

8) максимална стойност (Maximum);

9) средна стойност на емпиричните резултати, съответно математическо очакване на теоретичното разпределение (Mean);

10) мода (Mode);

11) медиана (Median);

12) стандартно отклонение (Standart Deviation);

13) дисперсия (Variance);

14) асиметрия (Skewness);

15) екцес (Kurtosis).

Извършва се еднокритериално моделиране на емпиричните данни от измерванията на концентрациите на замърсителите на атмосферния въздух.

За проверка на хипотезата за съответствие на теоретичните модели се използва  $\chi^2$  - критерият на Пирсон.

## 2. ОЦЕНКА НА СЪОТВЕТВИЯТА

Оценката на съответствията е извършена въз основа на сравнение с нормите дадени в Наредба №12 от 15 юли 2010 г. за норми за серен диоксид, азотен диоксид, фини прахови частици, олово, бензен, въглероден оксид и озон в атмосферния въздух [12].

Таблица 2.1

### Норми за серен диоксид, азотен диоксид и азотни оксиди, фини прахови частици, олово, бензен и въглероден оксид

Норма	Период на осредняване	Стойност	Допустимо отклонение	Дата, към която нормата трябва да бъде спазена
<b>Серен диоксид</b>				
Средночасова норма за опазване на човешкото здраве	1 час	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (да не бъде превишавана повече от 24 пъти в рамките на една календарна година)	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (43 %)	1.01.2005 г.
Средноденонощна норма за опазване на човешкото здраве	24 часа	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (да не бъде превишавана повече от 3 пъти в рамките на една календарна година)	Няма	1.01.2005 г.

Норма за опазване на природните екосистеми (не се прилага в непосредствена близост до източниците)	една календарна година и зима (от 1 октомври до 31 март)	20 µg/m <sup>3</sup>	Няма	-
<b>Азотен диоксид и азотни оксиди</b>				
Средночасова норма за опазване на човешкото здраве	1 час	200 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub> (да не бъде превишавана повече от 18 пъти в рамките на една календарна година)	50 % на 19.07.1999 г., намалява линейно на 1.01.2001 г. и на всеки 12 месеца след това до достигане на 0 % към 1.01.2010 г.	1.01.2010 г.
Средногодишна норма за опазване на човешкото здраве	една календарна година	40 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>	50 % на 19.07.1999 г., намалява линейно на 1.01.2001 г. и на всеки 12 месеца след това до достигане на 0 % към 1.01.2010 г.	1.01.2010 г.
Норма за опазване на растителността (не се прилага в непосредствена близост до източниците)	една календарна година	30 µg/m <sup>3</sup> (NO+NO <sub>2</sub> )	Няма	-
<b>Фини прахови частици (ФПЧ<sub>10</sub>)</b>				
Средноденонощна норма за опазване на човешкото здраве	24 часа	50 µg/m <sup>3</sup> ФПЧ <sub>10</sub> (да не бъде превишавана повече от 35 пъти в рамките на една календарна година)	50 %	1.01.2005 г.
Средногодишна норма за опазване на човешкото здраве	една календарна година	40 µg/m <sup>3</sup> ФПЧ <sub>10</sub>	20 %	1.01.2005 г.
<b>Фини прахови частици (ФПЧ<sub>2,5</sub>)</b>				
Етап 1				
Средногодишна норма за опазване на човешкото здраве	една календарна година	25 µg/m <sup>3</sup> ФПЧ <sub>2,5</sub>	20 % на 11.06.2008 г., намаляващи линейно на 1.01.2009 г. и на всеки 12 месеца след това, за да достигне 0 % към 1.01.2015 г.	1.01.2015 г.
Етап 2				
Средногодишна норма за опазване на човешкото здраве	една календарна година	20 µg/m <sup>3</sup> ФПЧ <sub>2,5</sub>		1.01.2020 г.
<b>Олово</b>				
Средногодишна норма за опазване на човешкото здраве	една календарна година	0,5 µg/m <sup>3</sup>	(100 %)	1.01.2005 г.
<b>Бензен</b>				

Средногодишна норма за опазване на човешкото здраве	една календарна година	5 µg/m <sup>3</sup>	5 µg/m <sup>3</sup> (100 %) на 13.12.2000 г., намалява на 1.01.2006 г. и на всеки 12 месеца след това с 1 µg/m <sup>3</sup> до достигане на 0 % към 1.01.2010 г.	1.01.2010 г.
<b>Въглероден оксид</b>				
Норма за опазване на човешкото здраве	максимална осемчасова средна стойност в рамките на денонощието <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>	(60 %)	1.01.2005 г.

Аларменије прагове за серен диоксид и азотен диоксид съгласно Наредба №12 са дадени в таблица 2.

Алармен праг е всяко ниво, чието превишаване е свързано с риск за здравето на населението, включително при кратковременна експозиция, и при превишаването на което се предприемат незабавни мерки.

**Таблица 2.2**

**Алармени прагове за серен диоксид и азотен диоксид**

Замърсител	Алармен праг
Серен диоксид	500 µg/m <sup>3</sup>
Азотен диоксид	400 µg/m <sup>3</sup>

Нормите за озон са въз основа на следните определения и изисквания за обобщаване на данните и статистическите параметри:

1. АОТ40 (µg/m<sup>3</sup>.h) е сумата от разликите между стойностите на средночасовите концентрации над 80 µg/m<sup>3</sup> (=40 ppb) и 80 µg/m<sup>3</sup> за определен период при използване само на стойностите, измерени за дадено денонощие на всеки час между 8 и 20 ч. централноевропейско време (ЦЕВ).

2. За проверка на валидността при обобщаването на данните и изчисляване на статистическите параметри се използват критериите дадени в таблица 2.3.

**Таблица 2.3**

**Критерии за проверка на валидността при обобщаването на данните**

Параметър	Изискван минимум валидни данни
Средночасова стойност	75 % (т.е. 45 минути)
8-часови стойности	75 % от стойностите (т.е. 6 часа)
Максимална 8-часова средна стойност в рамките на денонощието от почасовите текущи 8-часови стойности	75 % от почасовите текущи 8-часови средни стойности (т.е. 18 от 24-те възможни 8-часови средни стойности за деня)
АОТ40	90 % от едночасовите стойности за периода от време, предвиден за изчисляване стойността на АОТ40 <sup>(1)</sup>
Средногодишна стойност	75 % от средночасовите стойности за лятото (от април до септември) и за зимата (от януари до март и от октомври до декември), взети поотделно
Брой на превишенията и на максималните стойности за месец	90 % от максималните 8-часови средни стойности в рамките на денонощието (27 налични дневни стойности за един месец) 90 % от едночасовите стойности между 8 и 20 ч. ЦЕВ
Брой на превишенията и на максималните стойности за година	Пет от шест месеца през летния сезон (от април до септември вкл.)

<sup>3</sup> Максималната осемчасова средна стойност на концентрацията в рамките на едно денонощие се избира след проверка на текущите осемчасови средни стойности, определени въз основа на съответните средночасови стойности и измерени на всеки час. Така изчислените осемчасови средни стойности се отнасят за денонощието, в което приключва обхванатият времеви период, т.е. първият изчислителен период за дадено денонощие започва от 17 ч. на предходния ден и завършва в 1 ч. на същия ден; последният изчислителен период за дадено денонощие започва от 16 ч. и завършва в 24,00 ч.