

ПРОГНОЗИРАНЕ КОНЦЕНТРАЦИЯТА НА ВЪГЛЕРОДНИЯ ОКСИД ПО ПРОГНОЗНИ ДАННИ НА МЕТЕОРОЛОГИЧНИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Марко Узунов, Евгения Савова-Виденова

*Химикотехнологичен и металургичен университет – София
e-mail: marko.uzunov@gmail.com*

Ключови думи: *Качество на въздуха, концентрация на CO, метеорология, прогнозиране*

Резюме: *С помощта на метода на елиминирането от база-данни се избира най-вероятната стойност за концентрацията на въглеродния оксид във въздуха, при дадени прогнозни данни за три метеорологични показателя: скорост на вятъра, температура и влажност. При прогнозиране на максималните дневни концентрации на оксида грешката при определяне е под 10 %. Получените прогнозни стойности могат да се използват за прогнозиране на концентрацията и на други замърсители, като азотни оксиди, прахови частици, серни оксиди и др.*

FORECASTING OF THE CARBON MONOXIDE CONCENTRATION BASED ON PREDICTED METEOROLOGICAL INDICATORS

Marko Uzunov, Evgenia Savova-Videnova

*University of Chemical Technology and Metallurgy – Sofia
e-mail: marko.uzunov@gmail.com*

Keywords: *Air quality, CO concentrations, meteorology, forecasting*

Abstract: *The most likely value of carbon monoxide concentration in the air was evaluated, using the elimination method. The database includes predicted data for three meteorological parameters: wind velocity, temperature and air humidity. The prediction error of the maximum daily carbon monoxide concentration is less than 10 %. The results obtained can be used to predict the concentration of other pollutants, such as nitrogen oxides, particulate matter, sulfur oxides, etc.*

Въведение

Замърсяването на въздуха е основната причина за опасни ефекти свързани със здравето на хората. В големите градове най-големият източник на замърсители е трафика на превозни средства. Основните замърсители, които се емитират в атмосферата при изгаряне на газообразните и течни горива са въглеродни оксиди (CO и CO₂), азотни оксиди, NO_x, серни оксиди SO_x (SO₂ и SO₃), сажди и коксови частици. Въглеродният оксид е продукт от непълното изгаряне на съдържащи въглерод. При висока концентрация газът е опасен за хората и животните, въпреки че се произвежда в малки количества при нормалния метаболизъм на животните и се смята, че има нормални биологични функции. Въглеродният оксид се поема чрез дишането и достига до кръвообращението чрез газообмена в белите дробове. Нормалните нива на концентрация в кръвта са до 3 %. Вдишването на достатъчно голямо количество води до задушаване и може да причини смърт [1].

Най-често опитите за намаляване на концентрациите на замърсителите са административни и се свеждат до ограничаване на трафика от превозни средства в определени дни от седмицата (редуване на четни и нечетни дни и др.) [2].

В световната практика съществуват голям брой изследвания, свързани с влиянието на метеорологичните показатели (МП) върху съдържанието на различни замърсители във въздуха с цел създаване на модели за прогнозиране на тяхната концентрация [3–5]. Практически интерес

представлява предсказването на почасовата концентрация на замърсителите по данни само за метеорологичните фактори, които са достъпни в сайтове за прогноза на времето. Това е една възможност за прогнозиране и популяризиране по същия начин и на данните за замърсителите.

Прогнозиране концентрацията на CO е от особена важност, защото тя се използва в почти всички модели, свързани с прогнозиране концентрациите на NO_x, SO_x и PM10. Причината за това е, че когато липсват данни за трафика редица автори предлагат при прогнозиране концентрациите на NO_x и PM10 освен метеорологичните фактори да се включи и концентрацията на CO [6].

Целта на тази статия е да се представят резултатите от прилагане на метода на елиминирането (ME) при прогнозиране на концентрацията на CO с използване на прогнозни данни за три метеорологични показателя: температура (T), влажност на въздуха (W) и скорост на вятъра (V).

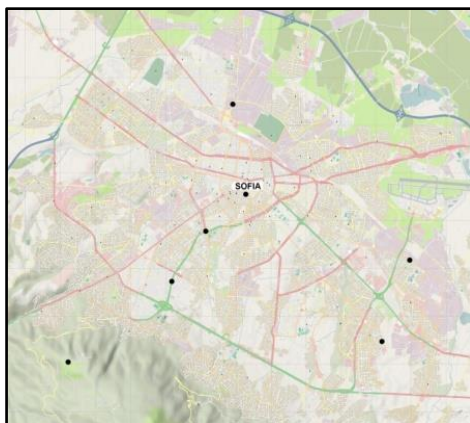
Проучвана област

Град София е 15-ят по големина град в Европейския съюз, с население около 2 млн. души.

Той е разположен в централната част на Западна България. Общата му площ е 492 km², а надморската височина е между 500 и 699 m. Климатът на София е умереноконтинентален, със средна годишна температура от 10,6 °C. Проблемът за замърсяването на въздуха на София е свързан и с нейното разположение: Софийската котловина е оградена с планини, които намаляват възможността за самоочистване на атмосферата. Въздухът в столицата се замърсява предимно с прахови частици и азотни оксиди. Те се генерират основно от автомобилния транспорт, битово потребление на твърди и течни горива, замърсените пътни настилки, ТЕЦ-ове.

Мониторинг на параметрите

В проучването са използвани усреднените почасови стойности на метеорологичните показатели: температура, T (°C); влажност, W (%); скорост на вятъра, V (m.s⁻¹) и замърсител въглероден оксид, CO (mg.m⁻³) снети от 6-те станции в гр. София (Фиг. 1). Данните са отчетени от сайта на Столична община, където постъпват в реално време на всеки час за периода 01.04.2016–31.03.2017 [7].

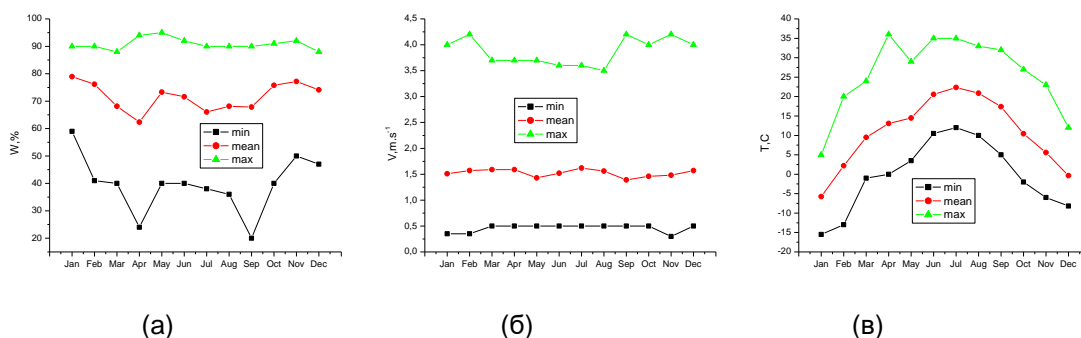


Фиг. 1. Локация на измервателните станции в гр. София

Метеорологични условия в района на проучване

Изследването обхваща период от 12 месеца с различни метеорологични характеристики. На Фиг. 2 а,б,в са представени месечните минимални, средни и максимални стойности на метеорологичните параметри: W, T и V. Средната влажност варира от 62,3 % (Април) до 78,9% (Януари), при годишна средна стойност 71,9 %. Минималната годишна стойност на влажността 20 % е регистрирана за месец Септември, а максималната от 95 % за месец Май. Средната температура варира от минус 5,7 °C (Януари) до 22,3C (Юли), при годишна средна стойност 10,8 °C. Минималната годишна температура е регистрирана през месец Януари, минус 15,5°C, а максималната - 36°C през месец Април. Средната скорост на вятъра варира от 1,39 m.s⁻¹ (Септември) до 1,59 m.s⁻¹ (Март, Април), при годишна средна стойност

1,52 m.s⁻¹. Минималната годишна скорост на вятъра е наблюдавана през месец ноември 0,30 m.s⁻¹, а максималната 4,2 m.s⁻¹ през месеците Февруари, Септември и Ноември. Данните показват, че скоростта на вятъра, особено минималната и средната са почти постоянни за целия период. Причина за малките вариации в скоростта на вятъра през годината е местоположението на града.



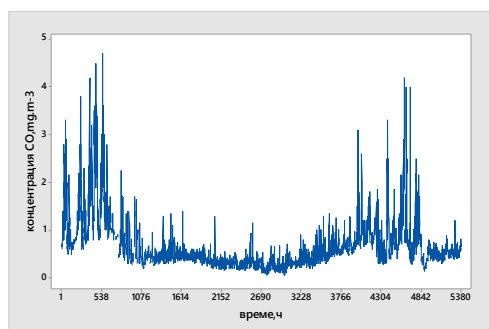
Фиг. 2. Месечни минимални, средни и максимални стойности на метеорологичните параметри: влажност (а), скорост на вятъра (б), температура (в)

От направения анализ, се вижда, че всеки месец се характеризира със специфични за него стойности на метеорологичните показатели. Следователно за да се прогнозира концентрацията на CO с отчитане на метеорологичните показатели с достатъчно висока точност е препоръчително да се използват базата-данни за всеки отделен месец, а не за цялата година.

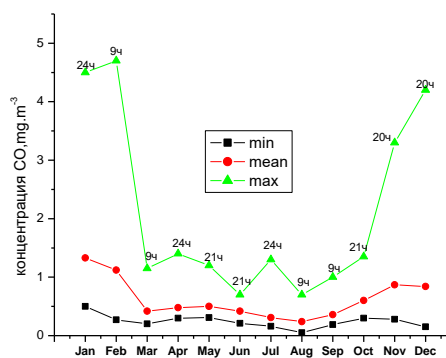
Времева зависимост на концентрацията на CO

Изследвано бе изменението на концентрацията на CO през денонощието и по месеци за периода Април 2016 – Март 2017. За целта са използвани 5383 усреднени почасови стойности на CO от Националната база данни за гр.София [7].

На Фиг. 3 са представени са представени усреднените почасови данни за концентрациите на CO за целия период на изследването, а на Фиг. 4 месечните минимални, средни и максимални почасови стойностите за концентрациите на CO.



Фиг. 3. Усреднени почасови данни за концентрациите на CO



Фиг. 4. Месечни минимални, средни и максимални почасови стойностите за концентрациите на CO

От фигурите се вижда, че за целия период на изследване концентрациите на CO се движат в широки граници от 0,05 до 4,7 mg.m³. Пределно допустимата концентрация от 10 mg.m⁻³ (8 часов период) не се превишава през цялата година. Средната концентрация на CO варира от 1,4 mg.m⁻³ (Януари) до 0,25 mg.m⁻³ (Август), при средна годишна концентрация 0,64 mg.m⁻³. Минималната годишна концентрация на CO е 0,05 mg.m⁻³, регистрирана за месец Август, а максималната- 4,7 mg.m⁻³, регистрирана за месец Януари. По-високите концентрации на CO през зимните месеци се дължат на интензивното използване на твърдо гориво за отопление в съчетание с метеорологични условия, които благоприятстват замърсяването.

Максималните дневни стойности на концентрациите на CO са регистрирани сутрин в 7 и 9 ч и вечер в 20, 21 и 24 ч. (Фиг. 2). Те са свързани със засиления сутрешен и следобеден трафик,

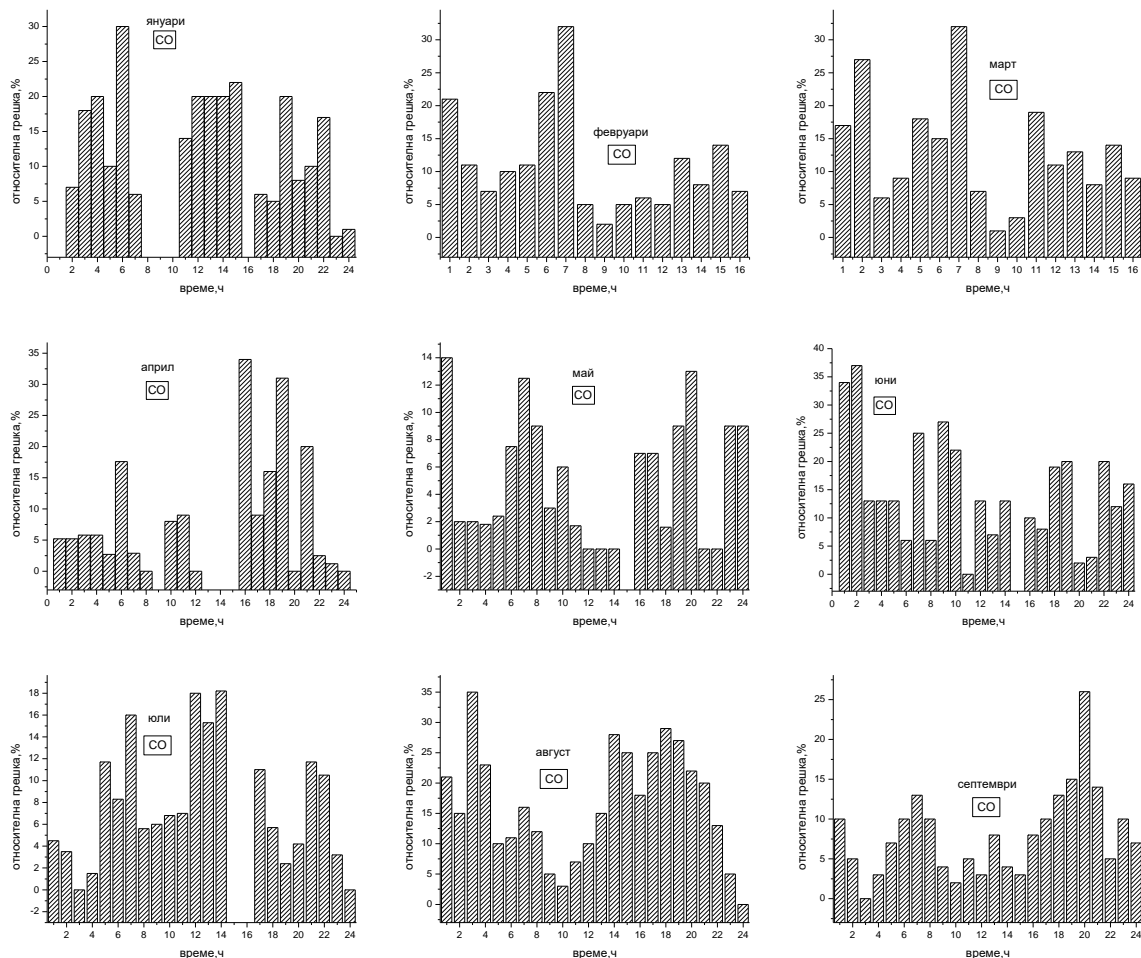
след което се наблюдава постепенно повишаване на концентрацията до достигане на максимални стойности във вечерните часове. За зимните месеци максималните концентрации на CO се достигат между 20–24 ч, а за останалите месеци предимно сутрин в 7 и 9 ч.

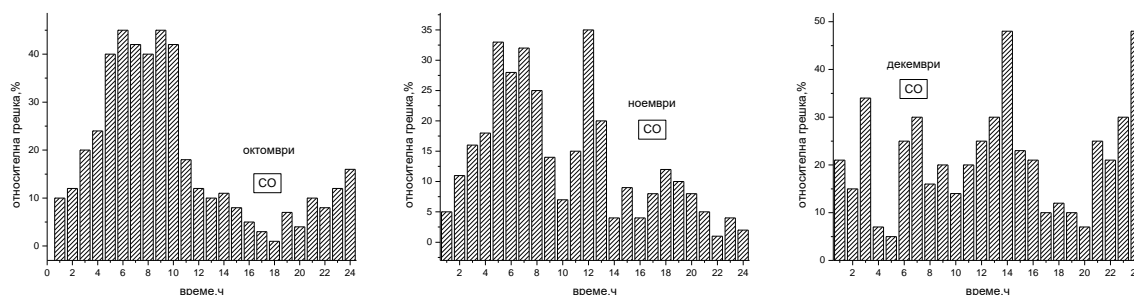
Метод на моделиране

Методът на елиминирането има за цел от базата-данни за определен месец и час ($t_{пр}$) да избере най-вероятната стойност за концентрацията на CO ($CO_{пр}$), при дадени прогнозни данни за метеорологичните показатели ($V_{пр}$, $T_{пр}$, $W_{пр}$). Тъй като в базата-данни едва ли съществува желаната комбинация от час и прогнозните стойности на метеорологичните показатели, на която ще съответства определена концентрация на CO, бяха избрани сравнително тесни интервали около прогнозните стойности на метеорологичните показатели: $V_{пр} \pm 0,5 \text{ ms}^{-1}$; $T_{пр} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$; $W_{пр} \pm 10 \text{ } \%$. На първият етап се елиминират всички стойности на CO за които $t \neq t_{пр}$; на втория етап- всички стойности на CO извън интервала $V_{пр} \pm 0,5 \text{ ms}^{-1}$; на третият етап извън интервала $T_{пр} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$; на четвъртия етап извън интервала $W_{пр} \pm 10 \text{ } \%$. Останалите стойности на CO след елиминирането се усредняват. Тези манипулации се извършват със специално изготвена за целта програма.

Определяне прогнозната концентрация на въглеродния оксид

С помощта на метода на елиминиране бяха определени прогнозните часови концентрации на CO за всеки първи ден от месеците. За целта от базата-данни са изключени данните за първия ден от месеците. Като прогнозни данни за метеорологичните показатели са взети действителните им стойности от Националната база данни за гр.София. На Фиг.5 са представени относителните грешки при прогнозиране на концентрацията на CO за всеки първи ден от месеца за изследвания период.

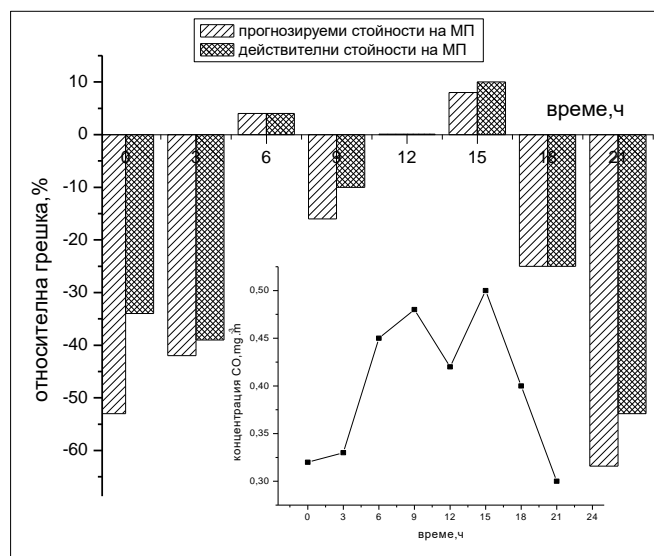




Фиг. 5. Относителни грешки при прогнозиране концентрацията на CO за всеки първи ден от месеца

При определяне на концентрацията на CO по метода на елиминиране относителните грешки варират до 35 %, като най-ниски са за месеците май и юли – до 14 % и 18 % съответно. Относителните грешки са най-ниски, под 10 % в часовете, когато са регистрирани максималните концентрации (Фиг. 4) на CO.

На следващия етап по метода на елиминирането прогнозирахме концентрациите на CO по прогнозни данни на метеорологичните показатели [8] за периода 9–10.05.2018 г. (Фиг. 6). Трябва да отбележим, че този период не влиза в базата-данни, които използваме за прогнозиране (01.04.2016–31.03.2017).



Фиг. 6. Относителни грешки при прогнозиране концентрацията на CO за периода 9–10.05.2018 г.

Относителните грешки при прогнозиране на концентрациите на CO за повечето часове от денонощието са отрицателни, т.е действителните стойности на CO са по-ниски от прогнозируемите. При използване действителните стойности на МП грешките при прогнозиране на CO са средно с около 10 % по-ниски в сравнение с тези, които са определени с прогнозните стойности. Най-ниски грешки при прогнозиране на CO се получават , когато се наблюдават високи нива на концентрации- в 6, 9 ,12 и 15 ч. (Фиг. 6). Грешките са под 10 %.

Изводи

С помощта на метода на елиминиране само по прогнозни данни за три метеорологични показателя: скорост на вятъра, температура и влажност на въздуха може да се прогнозира нивата на концентрацията на CO.

Предимствата на метода са, че:

- бързо, лесно и с достатъчна точност (грешка под 10%) могат да се прогнозира максималните дневни концентрации на CO;

- получените стойности могат да намерят приложение при прогнозиране на концентрацията на други замърсители, като азотни оксиди, прахови частици, серни оксиди и др. По този начин може да се създаде система за превенция и управление на замърсяването на градската атмосфера.

Литература:

1. <http://www.chromdet.ru/ru/librarys/articles-online/vozdejstvie-okside-ugleroda>
2. Brunelli, U., V. Piazza, L. Pignato, F. Sorbello, S. Vitabile, Two-days ahead prediction of daily maximum concentrations of SO₂, O₃, PM₁₀, NO₂, CO in the urban area of Palermo Italy, *Atmospheric Environment*, 41, 14, 2007, pp. 2967–2995.
3. Statheropoulos, M., N. Vassiliadis, A. Pappa, Principal component and canonical correlation analysis for examining air pollution and meteorological data, *Atmospheric environment*, vol. 32, 6, 1998, pp. 1087–1095.
4. Groselj, N., J. Zupan, S. Reich, L. Dawidowski, D. Gomez, J. Magallanes, 2D mapping by Kohonen networks of the air quality data from a large city, *Journal of Chemical Information and Computer Science*, 44, 2, 2004, pp. 339–346.
5. Slini, T., K. Karatzas, N. Moussiopoulos „Correlation of air pollution and meteorological data using neural networks”, 8-th Int. Conf. on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, pp. 368–372.
6. Munir, S., T. Habeebullah, A. Seroji, E. Morsy, A. Mohammed, W. Saud. Modeling particulate matter concentrations in Makkah, applying a statistical modeling Approach, *Aerosol and Air Quality Research*, 13,3,2013, pp. 901–100.
7. <https://www.sofia.bg/components-environment-air>
8. freemeteo.bg