

ПРОГНОЗИРАНЕ ЗАМЪРСЯВАНЕ НА ВЪЗДУХА В МИНЕН РАЙОН С ПРАХ ЧРЕЗ ИЗКУСТВЕНА НЕВРОННА МРЕЖА

Веселин Христов¹, Радостин Каракерезов², Станислав Топалов³

¹ Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, veso@mgu.bg

² "КЕЙ ПИ АР ДЖИ" ЕООД, София, karakerezov@kprg.bg

³ Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, stopalov@gmail.com

РЕЗЮМЕ. Въз основа на данните за замърсяването на въздуха с прах в четири измервателни станции в района на гр. Стара Загора са обучени невронни мрежи. Установено е, че качеството на обучение на мрежите позволява прогнозиране замърсяването в зависимост от силата и посоката на вятъра и деня от годината. Създадена е програма реализираща невронните мрежи, позволяваща прогнозирането да се извършва от еколозите в станциите.

Ключови думи: невронни мрежи, замърсяване с прах, прогнозиране, минен район

DUST AIR POLLUTION PREDICTING IN A MINING AREA BY ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

Veselin Hristov¹, Radostin Karakerezov² Stanislav Topalov³

¹ University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, veso@mgu.bg

² KPRJ Ltd, Sofia, karakerezov@kprg.bg

³ University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, stopalov@gmail.com

ABSTRACT: Neural networks are trained based on dust air pollution data in four measuring stations near the town Stara Zagora. It was found that the quality of training networks is allowing pollution forecasting depending on the strength and direction of the wind and the day of the year. A program realizing the neural networks was created that allows forecasting to be performed by ecologists at the stations.

Key words: neural networks, dust air pollution, prediction, mining area

Увод

Прахът е основен атмосферен замърсител на въздуха. Вредният му здравен ефект зависи главно от размера и химичния състав на суспендираните прахови частици, от адсорбираните на повърхността им други химични съединения, в това число мутагени, ДНК - модулатори и др., както и от участъка на респираторната система, в която те се отлагат.

На базата на взети от Изпълнителна агенция по околната среда – РИОСВ Стара Загора ежедневни данни

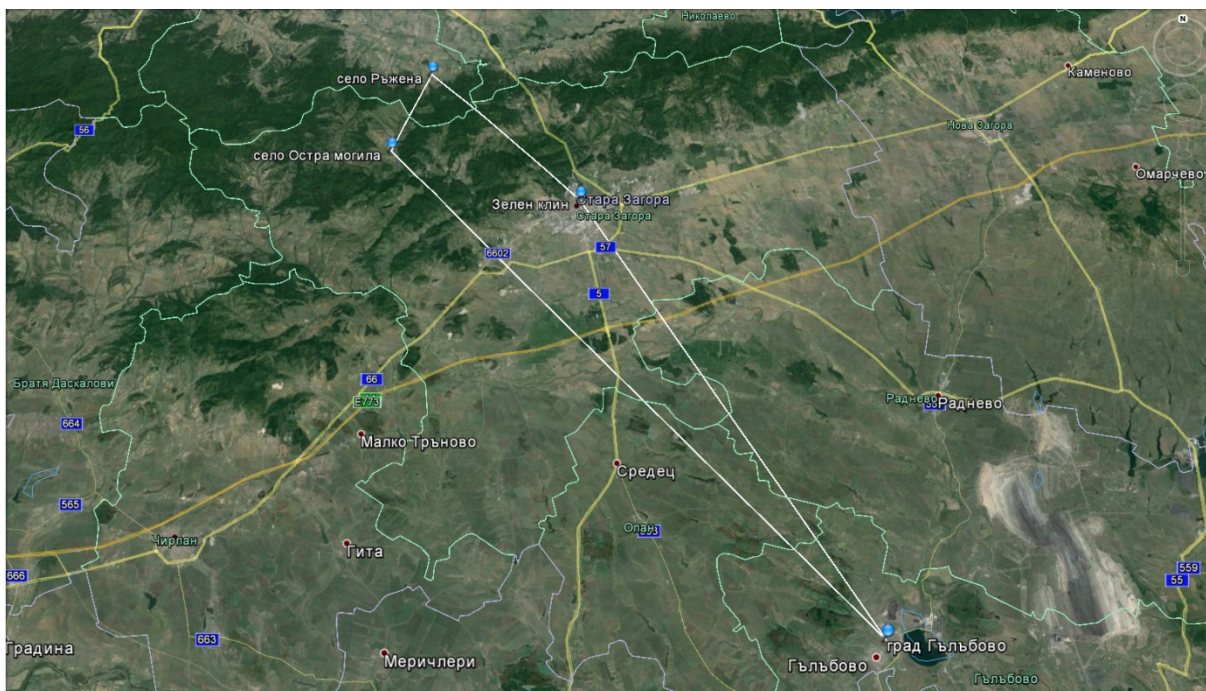
за регистрираните измервания на фини прахови частици под 10 µm (ФПЧ₁₀) на атмосферния въздух за 2011 и 2012 години в района на гр. Стара Загора и региона на промишления комплекс „Марица изток“ се предлага подход за прогнозиране на разпространението на изследвания показател с отчитане влиянието на ветровете. Данните са взети в следните пунктове: Автоматична измервателна станция (АИС) гр. Гълъбово, Диференциалната оптична абсорбционна спектроскопия (ДОАС) с. Остра могила, ДОАС с. Ръжена и АИС Зеления клин - гр. Стара Загора (фигура 1). В таблица 1 са систематизирани данните, измерени през двете изследвани години.

Таблица 1. Систематизирани данни от измерванията в четирите пункта

Пункт	1	2	3	4
АИС „Гълъбово“	701	129	125.0 / 126.0	40.0 / 33.4
ДОАС „Остра могила“	712	17	70.3 / 59.3	24.2 / 22.3
ДОАС „Ръжена“	728	69	103.5 / 90.1	26.9 / 23.3
АИС „Зеления клин“	722	72	122.3 / 96.9	32.2 / 33.5

Легенда за колоните на таблица 1

1 – брой регистрирани данни в 24-часови концентрации; 2 – брой превишавания на ПДК [50 µg/m³]; 3 – максимална измерена средночасова концентрация [µg/m³] (2011 / 2012); 4 – средна годишна концентрация [µg/m³] (2011 / 2012).



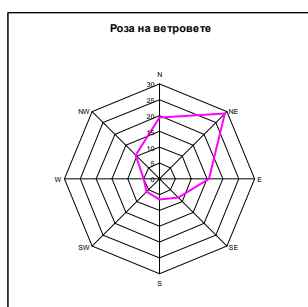
Фигура 1. Местоположение на четирите измервателни станции

Общото състояние на проблема за замърсяване с фини прахови частици е видимо от таблицата. Забелязва се, че замърсяване има в четирите измервателни станции, като минимално е в ДОАС „Ръжена“ (максимално отдалечена от предполагаемия замърсител), а максимално е в АИС „Гълъбово“ (до предполагаемия замърсител). Качеството на атмосферния въздух в района на Община Гълъбово, Община Стара Загора и отчасти Община Казанлък се формира предимно с определящото влияние на следните антропогенни дейности - промишлени производства, транспортна дейност, отопление (битово и комунално), селскостопански дейности и др.

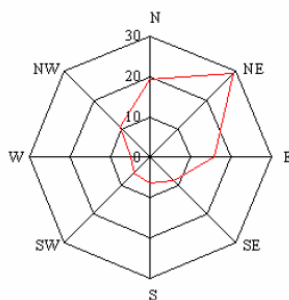
Най-голямо влияние върху качеството на въздуха оказва дейността на енергийния комплекс „Марица Изток“ [Димов

Ст., Ст. Топалов, 1992]. Част от комплекса е разположена на територията на Община Раднево - комплекс „Мини Марица изток“ и ТЕЦ „Марица изток 2“ ЕАД.

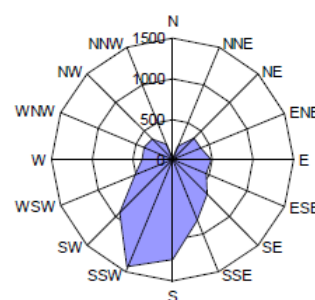
За разпространението на праховите замърсители, изхвърляни в атмосферния въздух вятърът е най-значимият метеорологичен фактор. Концентрацията на замърсителите от постоянно действащи източници е обратно пропорционална на скоростта на вятъра, а ако той е устойчив по посока - замърсяването е по-голямо, отколкото при вятър с променлива посока [Christov V., St. Dimoff, 1995]. На фигура 2 са показани розите на ветровете (най-устойчивите посоки) за трите общини, в които се намират четирите станции.



Община Гълъбово



Община Стара Загора (Зелен клин и Остра могила)

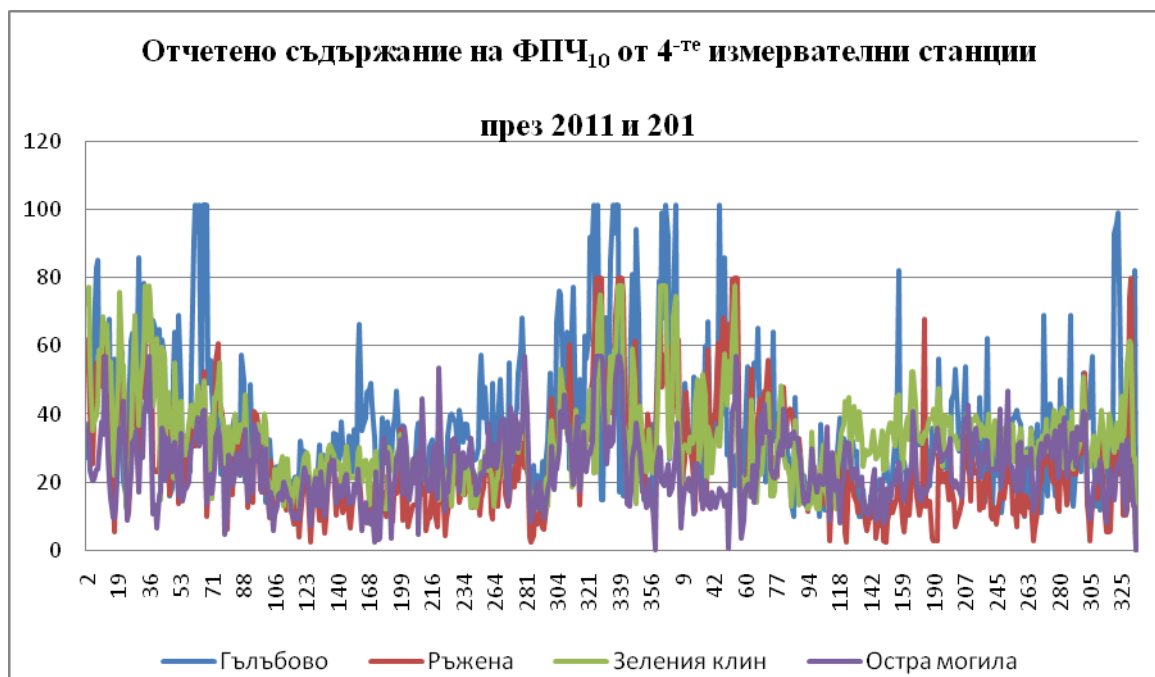


Община Казанлък (Ръжена)

Фигура 2. Роза на ветровете по общини

Разглеждайки концентрацията на прах в четирите пункта по дни (фигура 3) се вижда наличието на известна сезонност - по-висока концентрация през зимния период и

по-ниска - през летния. Това съответства на интензитета на работата в мините и топлоелектрическите централи в комплекса „Марица изток“.



Фигура 3. Съдържание на ФПЧ₁₀ за изследвания период по дни

Прогнозиране чрез изкуствени невронни мрежи на замърсяването с фини прахови частици

Някои от основните предимства при използване на невронни мрежи за оценка и прогноза на съдържанието на ФПЧ₁₀ в минен район могат да бъдат обобщени, както следва:

- Приложението на метода е еднакво за всички райони и той може да бъде използван за пространствено разположен набор от данни.
- Възможно е използването на друга входна информация като допълнение към данните за местоположението, (например климатични данни), като се добавят допълнително входове към вече използваните в невронната мрежа - не е необходима промяна в основата на метода.
- Методът не изисква построяване на сложни математични модели като прави няколко предположения за статистическото разпределение на данните.

Изхождайки от наличните данни за замърсяването с ФПЧ₁₀ в четирите станции и от определената значимост върху разпространението на праховите частици на факторите: сила на вятъра, посока на вятъра и ден от годината са обучени невронни мрежи. За целта е

използван модулът Automated Neural Networks на системата Statistica v. 8 на фирмата StatSoft Inc.

Модулът Automated Neural Networks дава възможност за търсене на невронни мрежи оптимално моделиращи изследвания проблем. За целта се задават входни (независими) и изходни (цели) променливи, извадки за обучение и тестване и на параметри на мрежите и обучението. Системата дава възможност да се избира вида на анализа, извършван от търсената мрежа, между регресионен, класификационен или с временни редове. В настоящото изследване е избрана невронна мрежа за регресионен анализ. За този вид анализ се предлагат два вида мрежи: трислоен персептрон (MLP) и мрежа с радиални базисни функции (RBF).

Извършено е търсене на отделна оптимална мрежа за всяка една от четирите станции. Като входни променливи на търсените мрежи са определени: осреднена дневна сила на вятъра и осреднена дневна посока на вятъра за дадена станция и пореден номер на ден от годината. Изходна променлива е дневната концентрация на ФПЧ₁₀ за съответната станция. Наличните данни са разделени по случаен начин на две почти равни извадки: обучаваща и тестваща. Резултатите от обучението на намерените невронни мрежи са показани в таблица 2.

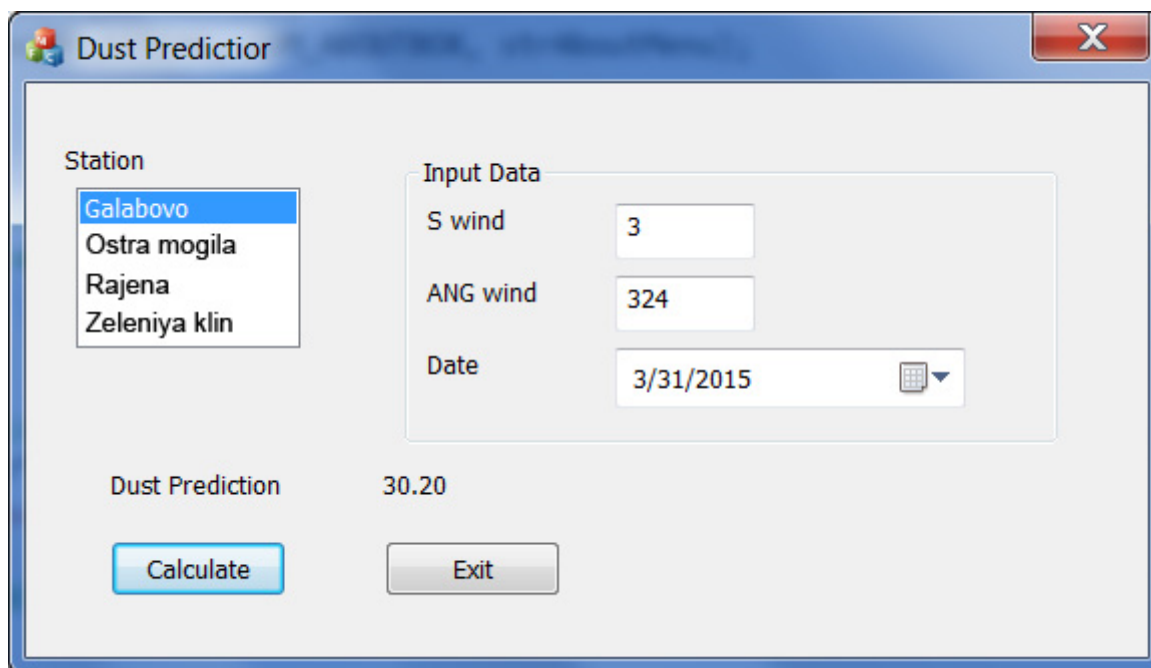
Таблица 2. Невронни мрежи обучени върху данни от четирите станции

Punkt	Net. name	Training error	Test error	Training algorithm	Error function	Hidden activation	Output activation
Галабово	MLP 3-11-1	0.019074	0.019557	BFGS 37	SOS	Tanh	Exponential
Остра могила	RBF 3-39-1	0.012903	0.019661	RBFT	SOS	Gaussian	Identity
Ражена	RBF 3-36-1	0.014264	0.015549	RBFT	SOS	Gaussian	Identity
Зелен клин	MLP 3-11-1	0.015078	0.018026	BFGS 34	SOS	Tanh	Exponential

Абревиатурата MLP 3-11-1 означава - многослоен персептрон с 3 слоя (входен слой от 3 възела приемащи съответните входни данни, скрит слой с 11 възела и изходен слой с един възел даващ целевата изходна данна за показателя. RBF 3-39-1 означава мрежа с радиални базисни функции и съответните възли по слоеве. SOS (sum-of-squares) е грешката на функцията (Error function).

Вижда се, че за станциите, които се намират по-близо до замърсителя, намерените мрежи са многослоен

персептрон със сравнително малко на брой скрити възли, докато при по-отдалечените станции мрежите са с радиални базисни функции с доста голям брой скрити възли. Този резултат показва по-ясно изразена функционална зависимост на данните за ФПЧ₁₀ за двете по-близки станции, докато данните на по-отдалечените станции имат по-случаен характер. Функционалната зависимост на данните показва силно влияние на основния замърсител „Марица-изток“ върху тях.



Фигура 4. Външен вид на програмата Dust Predictor

След намирането на оптималните невронни мрежи, с помощта на програмния продукт Statistica, са генерирани на програмния език C четири модула, реализиращи мрежите - по един за всяка една станция. Тези модули след тяхното препрограмиране на езика C++, са организирани в подпрограми и с помощта на Microsoft Visual C++ е създадена програмата Dust Predictor за прогнозиране на замърсяването в четирите изследвани станции. По зададените параметри: S wind (скорост на вятъра), ANG wind (ъгъл на вятъра) може да се прогнозира количеството на ФПЧ₁₀ в коя да е от четирите станции за посочена дата. На фигура 4. е показан външния вид на програмата.

Заклучение

Анализът на данните за замърсяването на атмосферния въздух с прах в район, в който се извършва минно-добивна дейност – добив на лигнитни въглища и тяхната преработка – основно в ТЕЦ „Марица изток 2“ ЕАД и възприетият подход за прогнозирането му (изкуствени невронни мрежи), дава възможност за апробиране на евристичен метод, основан на изкуствен интелект за решаване на задача, при която прилагането на традиционни математически модели е не съвсем достатъчно. Приложенията на невронните мрежи изискват разпознаване на модели, при които се „разбират и разпознават“

множество модели при проследяване на множество хипотези и при осигуряване на бързи темпове на изчисление [Topalov St., Hristov V, 2007].

Литература

- Димов Ст., Ст. Топалов, *Анализ на екологичното замърсяване в района на СМЕК “Марица – Изток” с цел създаване на математически модел за контрол и анализ на качеството на атмосферния въздух*, Год. МГУ, София, 1992. – 38, №4.-(с.95-110)
- Christov V., St. Dimoff, *Analysis of Air Pollution with Aerosols and Dust Based on the Mathematical Model of Pasquill and Gifford* - in ISU, Wissenschaft und Umwelt, no.2, 1995, 85-88.
- Topalov St., Hristov V, 2007. *Prognostication of Geological Parameters Value Using Neural Networks.*, *Proceedings of XIII-th ISM International Congress, Budapest - Hungary, 24 - 28 Sep.* (No 048).
http://www.starazagora.bg/worktemp/Aktualizaciq_na_Program_a_KAV_STARA_ZAGORA_2011-2015_ciala.pdf
<http://eea.government.bg/bg/soer/2009/4health/1air-health>
http://radnevo.acstre.com/assets/Socialna_sfera/Ekologiq/Mobilna_st.pdf
<http://178.169.162.59/param.php?param=25>
<http://eea.government.bg/bg/nsmos/spravki/2010/air2>

Статията е рецензирана от доц. Йорданка Анастасова и препоръчана за публикуване от кат. „Информатика“.