
GIS APPLICATION FOR PUBLIC SOURCE DATA ANALYSIS RELATED TO AIR POLLUTION

Radoslav Miltchev

University of Forestry, Bulgaria, rmilchev@ltu.bg

Elena Tsvetkova

University of Forestry, Bulgaria, esvetkova@ltu.bg

Galin Milchev

University of Forestry, Bulgaria, gmilchev@ltu.bg

Abstract: Atmospheric air pollution is among the main ecological issues in Bulgaria and around the world. A direct correlation has been found between air quality and health condition of the population. The opportunities for monitoring and modelling are a key factor in the process towards bettering its quality. The current paper examines some of the main public sources of information regarding atmospheric air quality. These online platforms provide information on a local, regional, national and global level. The examined online tools show a common tendency in the visualization of the information provided to the public in regards to the quantitative aspects of pollution. The presentation of data through diagrams (linear or columnar) greatly hinders and in some cases renders impossible the subsequent use for other means apart from those that are purely informative. In relation to that, the extraction of baseline values could considerably widen the scope of their potential use in computer applications with a social, economic or management focus. The current paper aims to observe the ways through which quantitative data from different public sources (presented mainly in the form of tables, linear or columnar diagrams) could be potentially used for analysis and in the making of final decisions in different fields of social and economic life on a local, regional, national level by means of contemporary information technology such as the Geographic Economic Systems (GIS). These systems have a proven efficacy in the solution of problems with a different spatial scope and in the current moment acquire an ever-increasing application in the form of a key tool, used in combination with other methods from different fields, for accomplishing certain results related to limiting pollution

Keywords: Air pollution, ICT, GIS.

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ГИС ПРИ АНАЛИЗА НА ДАННИ ОТ ПУБЛИЧНИ ИЗТОЧНИЦИ ЗА ЗАМЪРСЯВАНЕ НА ВЪЗДУХА

Радослав Милчев

Лесотехнически университет, България, rmilchev@ltu.bg

Елена Цветкова

Лесотехнически университет, България, esvetkova@ltu.bg

Галин Милчев

Лесотехнически университет, България, gmilchev@ltu.bg

Резюме: Замяряването на атмосферния въздух е един от основните екологични проблеми в България и по Света. Съществува пряка зависимост между качеството на въздуха и здравословното състояние на населението в населените места. Възможностите за мониторинг и моделиране, са ключов фактор в процеса към подобряване на неговото качество. Статията разглежда някои от основните публични източници на информация за качеството на атмосферния въздух. Тези онлайн платформи предоставят информация на локално, регионално, национално и глобално ниво. Изследваните онлайн инструменти показват обща тенденция при визуализацията на предоставяната на гражданите информация относно количествените измерения на замърсяването. Представянето на данните под формата на диаграми (линейни или стълбови), силно затруднява, а в някои случаи прави невъзможно последващо използване за други цели освен чисто информативни. В тази връзка извличането на изходните стойности, от които са генерирани графичните резултати, може значително да разшири обхвата на потенциалното им използване в компютърни приложения със социална, икономическа и управленска насоченост. Статията има за цел да разгледа начините, по които количествените данни от различните публични източници (представени предимно под формата на таблици, линейни или стълбови диаграми), могат да бъдат използвани за анализ и вземане на крайни решения в различни области на обществения, социален и икономически живот на местно,

национално и регионално ниво, посредством използването на съвременни информационни технологии като Географските информационни системи (ГИС). Тези системи са с доказана ефективност при решаването на проблеми с различен пространствен мащаб и в настоящия момент придобиват все по-голямо приложение **под формата на ключов инструмент, използван комбинирано с методи от различни направления, с оглед постигането на определени резултати свързани с ограничаване замърсяването.**
Ключови думи: замърсяване на въздуха, ИКТ, ГИС

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Възможностите за анализ на замърсяването на въздуха в градска среда, с цел последващото му моделиране, са ключов фактор в процеса към подобряване на неговото качество. В редица европейски градове замърсяването на въздуха се явява един от най-сериозните екологични и здравни проблеми, особено, когато е налице многократно превишение на стандартите на ЕС, определени в Директива 2008/50/ЕО²⁴ относно качеството на атмосферния въздух, а в още по-голяма степен и на стойностите, препоръчани в указанията на Световната здравна организация (СЗО)²⁵. Основните причинители на това негативно явление в урбанизираната градска среда се явяват фините прахови частици с диаметър под 10 µm и тези с диаметър под 2,5 µm, O₃ (озон), NO₂ (азотен диоксид), SO₂ (серен диоксид), BaP (бензопирен). През 2017 г. излезе Решение на Съда на Европейския съюз по иска на Европейската комисия, подаден срещу България. Съдът констатира, че България не е спазвала законодателството на ЕС, относно чистотата на атмосферния въздух и в частност - нивата на ФПЧ₁₀. В последните години се наблюдава все по-засилващ се натиск от страна на населението към администрацията на местно, национално и регионално ниво, за справянето с този проблем. С цел подобряване на информираността на обществото като цяло, към настоящия момент са въведени в експлоатация множество правителствени и европейски онлайн платформи, даващи обща информация, чрез визуално представяне относно стойностите на замърсяване в съответните градове.

Въздушната среда в градската система е сложен комплекс, който е обвързан с редица фактори (Doncheva & Voneva, 2013; Karagiannidis et al., 2015; Doncheva et al., 2017). От една страна нивата на замърсяване на въздуха в града са свързани с начина на използване на земята – за промишлени цели, жилищни и търговски райони, паркове и градини. От друга страна метеорологичните условията, като скоростта и посока на вятъра, температурата, също оказват влияние на пространствено разпределение на нивата на замърсители на въздуха. За анализа и на двата фактора – цели на използване на земята и метеорологични условия, подход свързан с използването на ГИС ще позволи на базата на геореферирани оценка на околната среда, да се направи точно картографиране на проблемите свързани със замърсяването на въздуха (Bozuzi, Incecik, Mannaerts, & Brussel, 2000). Тези системи са с доказана ефективност при решаването на проблеми с различен пространствен мащаб и в настоящия момент придобиват все по-голямо приложение под формата на ключов инструмент, използван комбинирано с методи от различни направления, с оглед постигането на определени резултати свързани с ограничаване замърсяването (Shuleva, Milchev, & Dragozova, 2018). Възможността за извършването на разнообразни анализи върху информацията в съхранените бази данни и интуитивния интерфейс ги определят, като ефикасно средство за обработка и анализ на информацията от различните платформи. За разлика от различните платформи, касаещи информираността на населението за зоните в градската среда с повишен риск, които могат да повлияят на тяхното здраве, ГИС могат да се използват за техническа обработка на тези данни с цел тяхното последващо използване за получаването на детайлна пространствена и времева картина на замърсяването на въздуха в представителни участъци от градската среда. Тези резултати в комбинация с информацията за влиянието на съответните биотични и абиотични фактори в дадени области, могат да бъдат използвани за изготвянето на съвременна екологична оценка на прахозадържащата роля на зелената система на градовете²⁶. Очакваният обществен ефект се изразява най-вече в повишаване на възможностите за устойчиво и интегрирано развитие на урбанизираните територии, което да е базирано на Европейските политики свързани с чистотата на атмосферния въздух и здравето на населението.

2. ПУБЛИЧНИ ИЗТОЧНИЦИ НА ИНФОРМАЦИЯ ЗА КАЧЕСТВОТО НА ВЪЗДУХА

През последните години качеството на атмосферния въздух в големите градове, все още не може да се повлияе в достатъчна степен от предприетите международни мерки в тази насока, за да осигури

²⁴ ОВ L 152, 11.6.2008 г., стр. 1 - 44

²⁵ Доклад на Европейската комисия, (COM) 2018, 446 Final

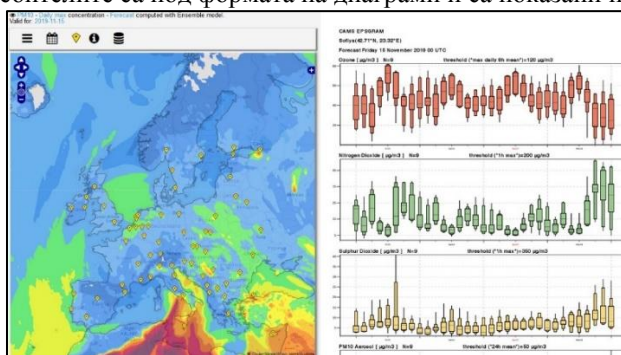
²⁶ Проект № Б-26/07.03.2018 „Анализ и оценка на възможностите на мобилните летателни лаборатории за контрол на замърсяването на въздуха в градска среда“

здравословна среда за обитание. Това е резултат, както от значителните климатични промени, характерни за настоящия момент, така и от все по-драстичните нива на урбанизация на териториите. В отговор на желанието и обществените нагласи на обществото за получаване на реална информация, относно местата със стойности на замърсяване във всеки един момент, вече функционират множество онлайн ресурси, които предоставят необходимите данни. Базирани на тенденции в областта на информационните и комуникационни технологии като „IoT“, тези ресурси получават резултати от въвеждането в експлоатация на множество автономни измервателни станции свързани към различни типове мрежи и предоставящи данни включително в реално време за различни видове замърсители. Решения от подобен тип, предлагат динамичната карта на индекса за замърсяване на въздуха в Света²⁷ или за Европа²⁸, като информацията е под формата на графичен интерфейс (фиг. 1), с възможност за селекция на локално, регионално, национално или глобално ниво.



Фиг.1 Графичен вид на данните за замърсяването на гр. Пловдив от два различни публични източника

Друга възможност за получаване на информация, е достъпна през програмата „Коперник“²⁹ на Европейския съюз, която предлага инструментариум за мониторинг на атмосферата, хидросферата и земната повърхност с цел подобряване на живота на гражданите и тяхната сигурност. В посочения ресурс, начините за подаване на информацията към потребителите са под формата на диаграми и са показани на фиг. 2.



Фиг.2 Данни от платформата на Европейска програма „Коперник“

Публичният регистър на автоматичните измервателни станции за мониторинг, се базира на Европейската система за информиране на населението за качеството на атмосферния въздух и дава възможност за справки по различните показатели, определени, като ключови при отчитане на замърсяването. Данните се извеждат под формата на стълбови диаграми, част от които са показани на фиг. 3. Изследваните онлайн инструменти показват обща тенденция при визуализацията на предоставяната на гражданите информация относно количествените измерения на замърсяването. Представянето на данните под формата на диаграми (линейни или стълбови), силно затруднява, а в някои случаи прави невъзможно последващо използване за други цели освен чисто информативни.

²⁷ <https://aqicn.org/map/world/>

²⁸ <https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality-index>

²⁹ <https://www.regional.atmosphere.copernicus.eu/>



Фиг. 3 Справка за фините прахови частици получена, чрез системата за информиране на населението за качеството на атмосферния въздух³⁰

В тази връзка извличането на изходните стойности, от които са генерирани графичните резултати, може значително да разшири обхвата на потенциалното им използване в компютърни приложения със социална, икономическа и управленска насоченост. За да бъдат илюстрирани подобни успешни взаимодействия и разширяване на кръга от потенциални приложения на подобни публични информационни източници, в рамките на настоящото изследване се прилага инструментариума на ГИС за целите на прогнозното моделиране и интерполиране на данните за замърсяването. Резултатите позволяват създаването на информационни материали с подобро визуално възприемане, както и изследване на динамиката на замърсяването на въздуха.

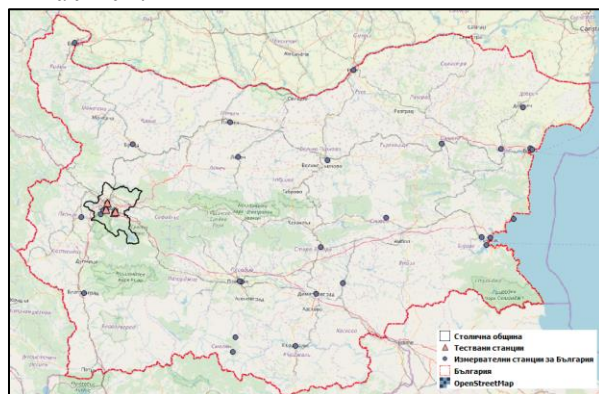
3. ИЗПОЛЗВАНЕ НА ГИС ПРИ АНАЛИЗА НА ЗАМЪРСЯВАНЕТО НА ВЪЗДУХА

Развитието на съвременните градове при формирането на устойчива среда свързана със здравето на населението (Musa et al., 2013), налага използването на технологии, предоставящи възможности за обработка и анализ на информация от много и различни източници, която във все по-голяма степен съдържа геопространствена компонента. Като ключов инструмент в този процес се проявяват ГИС, чието използване е допълнително обосновано и от нормативните изисквания, заложили в нормативните уредби на ЕС. С предоставяните възможности за интегрирана обработка и анализ на различни типове данни въз основа на геопространственото съдържание, те осигуряват цялостна картина върху функционирането на градовете свързвайки вътрешната и външна среда. Това дава възможност за вземане на тактически правилни решения относно общата стратегия за бъдещото им развитие. ГИС спомагат за качеството на анализите и моделирането на замърсяването на въздуха в градска среда, които освен следенето на стойностите на основните замърсители е необходимо да отчитат и конкретните метеорологични фактори за съответното място, като скорост и посока на вятъра, атмосферна стабилност, височина на смесване (Niraj, Kirti, Prasad & Anuradha, 2003). Тяхното използване дава възможност и за имплементиране на пътната инфраструктура, чиято транспортна натовареност, особено в големите градове, се счита за един от основните причинители на замърсители във въздуха. ГИС моделите правят възможно получаването на информация за качеството на въздуха директно от отдалечени сензорни данни, с което до известна степен се компенсира ограниченият мониторинг, свързан с факта, че основният източник на информация за оценка на излагането на население на замърсяване на въздуха са измерванията от наземните мрежи (Somvanshi, Vashisht Chandra & Kaushik, 2019). Техният брой в много случаи не е достатъчен и поради тази причина, въпреки че покритието им се увеличава, остават доста региони, за които липсват данни. Друг способ за прилагане на ГИС, е чрез създаване на интегриран модел на данните за качеството на въздуха допълнен с данните за наблюдение на Земята с информация от други източници, като например спътниково извличане на аерозолни оптични дълбочинни и химически транспортни модели (Shaddick, Lance, West, Zidek & Pruss-Ustun, 2017). Мониторингът на концентрациите на няколко места в дадена област обикновено е интензивен, трудоемък или скъп. В тази връзка използването на пространствени техники за интерполация, при което се създават повърхностни решетки или контурна карта, може значително да улесни този процес. Интерполационните процеси оценяват концентрациите в изследваната област, като се използват известни концентрации в по-малко точки (Awkash et al, 2016). Въздействието върху здравето на населението се оценява въз основа на

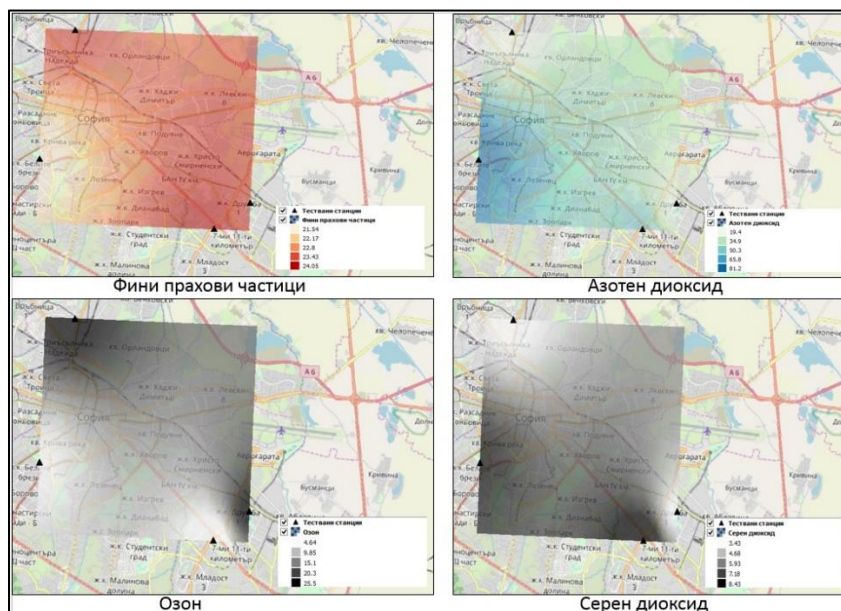
³⁰ <http://www.eea.government.bg/kav/>

промяна на качеството на въздуха спрямо базовата концентрация, броя жители в дадения район и стойностите на концентарционните коефициенти. Универсалността на ГИС технологиите в областите свързани с качеството на въздуха се определя и от факта, че в последните години различните геосървъри, извеждат на преден план един по-различен вид ГИС, правейки геопропространствените данни в наши дни достъпни за по-широк кръг от хора. С предоставяне на възможност за комбиниране на базите данни с пространствената информация за обектите, ГИС платформите се утвърждават все повече, като основен модул, предоставящ възможност за разработване на аналитични модели.

Данните от публичните онлайн ресурси имащи отношение към качеството на атмосферния въздух, са широко достъпни и предоставят набор от редица показатели, които могат ефективно да подпомогнат и редица други изследвания, свързани с подобряването на градската среда. Многобройните графични интерфейси не са подходящи за директно интегриране в системи използващи ГИС. Поради тази причина, превръщането на различните схеми и диаграми в конкретни стойности за дадените параметри ще даде възможност на специалистите от различни области да разполагат с обширен ресурс от данни, предвид широкия спектър от предлагани онлайн ресурси. Цифровият модел в среда на ГИС е показан на фиг. 4., а на фиг. 5 са показани част от резултатите от моделирането на замърсяването за тестовите станции на територията на Столична община. Използвана е растерна подложка от „Open Street Map“, а векторните слоеве (административно деление на територията на България, държавна граница, локации на автоматичните измервателни станции) са резултат от работата по Проект № НИС-Б-1005/27.03.2019 г. „Изграждане на устойчива информационна инфраструктура за прилагане на ГИС технологии в професионалните направления на ЛТУ“.



Фиг. 4 Цифров модел за моделиране на замърсяването в среда на ГИС с акцент върху Столична община



Фиг. 5 Резултати от моделиране на замърсяването за тестовите станции на територията на Столична община

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Повечето предизвикателства по екологични проблеми пред съвременното общество произхождат от градските райони. Поради тази причина разрешаването проблемите на градската среда трябва да бъде приоритет, а това е възможно единствено с разработване на интегриран и интердисциплинарен подход. Насоката на научните изследвания е към прилагането на добри практики и търсенето на решения за предотвратяване на негативните последици върху здравето на хората. Наличието на все повече интерактивни онлайн източници, даващи информация за основните показатели, причинители на замърсяването на въздуха се превръща в ценен ресурс по отношение предоставяните данни. Последващото им използване, комбинирано с възможностите предоставяни от ГИС дава възможност за тяхното редовно и бързо актуализиране за извършване оценка на въздействието на замърсяване на въздуха върху здравето на населението. Използването на тези системи прави възможно комбинирането с други рискови фактори, което прави моделите по-точни.

БЛАГОДАРНОСТИ

Този документ е осъществен с подкрепата на Договор № BG05M2OP001-2.009-0034-C01, финансиран от ОП „Наука и образование за интелигентен растеж“ (2014-2020), съфинансирана от ЕС чрез ЕСИФ, както и проекти НИС-ЛТУ Б-26/07.03.2018 г. и НИС-Б-1005/27.03.2019 г.

ЛИТЕРАТУРА

- Awkash, K., Gupta, I., Brandt, J., Kumar, R., Kumar, A. D. & Patil, R., S. (2016). Air quality mapping using GIS and economic evaluation of health impact for Mumbai City, India. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 66:5, 470-481. DOI: [10.1080/10962247.2016.1143887](https://doi.org/10.1080/10962247.2016.1143887)
- Doncheva M. & Boneva G. (2013). Particulate Matter Air Pollution in Urban Areas in Bulgaria. *Journal of Environmental Protection and Ecology* 14, No 2, 422–429. ISSN 1311-5065.
- Doncheva, M., Gosteva L., & Koleva-Lizama I. (2017). Управление на атмосферните замърсители в градска среда [Management of Air Pollutants in Urban Areas], Управление и устойчиво развитие, ЛТУ, ISSN 1311-4506, vol. 66, бр. 5, 31-34.
- Karagiannidis, A., Poupkou, A., Giannaros, T., Giannaros, C., Melas, D. & Argiriou, A. (2015). The Air Quality of a Mediterranean Urban Environment Area and Its Relation to Major Meteorological Parameters. *Water, Air, & Soil Pollution*. 226: 2239. <https://doi.org/10.1007/s11270-014-2239-8>
- Musa G., Po-Huang Chiang, Tyler Sylk, Rachel Bavley, William Keating, Bereketab Lakew, Hui-Chen Tsou, Christina W. Hoven (2013), *Health Serv Insights*. 2013; 6: 111–116. Published online 2013 Nov 19. doi: 10.4137/HSI.S10471
- Niraj Sharma, Kirti Bhandari, Prasad Rao, Anuradha Shukla (2003). GIS applications in air pollution modeling. *Proceedings of the 6th International Conference 'Map India 2003'*, pp. 28-31
- Shaddick, G., Lance, A., West, J., Zidek, J.V., & Pruss-Ustun, A. (2017). Data integration model for air quality: a hierarchical approach to the global estimation of exposure to ambient air pollution. *J. R. Stat. Soc.: Ser. C (Appl Stat)* 67(1): 231-253.
- Sharma, N., Bhandari, K., Rao, P., & Shukla, A. (2003). GIS applications in air pollution modeling. *Proceedings of the 6th International Conference 'Map India 2003'*, 28-31. <https://www.geospatialworld.net/article/gis-applications-in-air-pollution-modeling/>
- Shuleva, N., Milchev, G., & Dragozova, E. (2018). ГИС като инструмент за подпомагане на икономическата оценка на трайните насаждения, [GIS as a tool to support the economic evaluation of permanent crops]. *Proceedings of 11-th International Conference „Digital Economy and Blockchain Technology“ - Varna, 201-219, ISBN 978-619-7026-28-3.*
- Somvanshi, S. S., Vashisht A., Chandra, U., & Kaushik, G. (2019). Delhi Air Pollution Modeling Using Remote Sensing Technique. In: Hussain C. (eds) *Handbook of Environmental Materials Management*. Springer, Cham, 1-27. DOI https://doi.org/10.1007/978-3-319-58538-3_174-1.