

ВРЪЗКА НА СЕЗОННО ИЗМЕНЕНИЕ НА НЯКОИ АТМОСФЕРНИ ЗАМЪРСИТЕЛИ СЪС СЕЗОННАТА ЗАБОЛЕВАЕМОСТ ОТ РЕСПИРАТОРНИ БОЛЕСТИ

Мария Димитрова, Пламен Тренчев, Лъчезар Филчев, Георги Желев, Милен Чанев

*Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките
e-mail: maria@space.bas.bg*

Ключови думи: ОРЗ, COVID-19, атмосферни замърсявания

Резюме: В работата е направен опит да се проследи корелацията на сезонното изменение на замърсяването с ФПЧ NO_2 и други атмосферни замърсители в големите градове на България със сезонното изменение на заболяемостта от респираторни болести. Използвани са спътникови и наземни данни за атмосферните замърсители и данни от Министерството на здравеопазването и Националния център по заразни и паразитни болести.

RELATIONSHIP OF SEASONAL CHANGES IN SOME ATMOSPHERIC POLLUTANTS WITH SEASONAL INCIDENCE OF RESPIRATORY DISEASES

Maria Dimitrova, Plamen Trenchev, Lachezar Filchev, Georgi Jelev, Milen Chaney

*Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences
e-mail: maria@space.bas.bg*

Keywords: acute respiratory diseases, COVID-19, atmospheric pollution

Abstract: The work attempts to trace the correlation of seasonal changes in $\text{PM}_{2.5}$, PM_{10} , NO_2 and other atmospheric pollutants in large cities of Bulgaria with seasonal changes in respiratory disease incidence. Satellite and ground-based data of atmospheric pollutants and data from the Ministry of Health and the National Center for Infectious and Parasitic Diseases were used.

Въведение

Настоящото изследване е извършено в рамките на проект Smart4COV19 Telemedicine [1, 2] имащ за цел да бъде изследвано влиянието на атмосферните замърсители върху разпространението на болестта. Влиянието на атмосферните замърсители в мащаб община на базата на спътникови данни е публикувано в [3].

Доколкото COVID-19 както всяко подобно респираторно заболяване има сезонен характер, важно е влиянието на атмосферните замърсители да бъде изследвано и в тази светлина.

Данни за разпространението на COVID-19 от един източник има само от средата на 2020-та до средата на 2024-та година. При това, като ново заболяване, предизвикало пандемия, тенденциите като сезонност и устойчивост във времето е рано да бъдат очертавани. По тази причина, в настоящата работа са изследвани тенденциите основно на острите респираторни заболявания и грип – ОРЗ. Сезонните тенденции за COVID-19, показани тук имат по-скоро илюстративен характер.

Използването на спътникови данни за атмосферните замърсители има някои съществени ограничения. На първо място, данните представляват концентрацията на съответния замърсител в цялата колона над определения район. Особено при изследване влиянието им върху дихателната система на човека, много по-важна е концентрацията в приземния слой.

На второ място, спътниковите данни дават твърде неточно измерване за фините прахови частици, които са и един от основните елементи, засягащи дихателната система.

В тази връзка, по-надеждни са данните от Автоматичните измервателни станции – АИС. Такива станции, обаче в България има твърде малко, като те са разположени основно в големите населени места.

Основните замърсители, които се отчитат над територията на България по спътникови данни са азотния диоксид – NO_2 и фините прахови частици. Останалите измервани замърсители като серен диоксид – SO_2 , въглероден оксид CO и други показват сравнително ниски и сравнително равномерно разпределени стойности.

В настоящата работа е разгледани фините прахови частици като абсорбционен аерозолен индекс по спътникови данни и $\text{PM}_{2.5}$, PM_{10} по наземни, както и азотния диоксид.

Използвани данни и методи

За получаване на сезонния ход на разпространение на ОРЗ са използвани данни от два източника – Данни от информационната система към центъра за заразни и паразитни болести и данни за епидемичната обстановка от Министерството на здравеопазването.

Информационна система за събиране и анализиране на данни за заболяемостта от грип и ОРЗ в България към Центъра за заразни и паразитни данни [4] Системата е разработена в рамките на проект 07/0254/CO-BUL "Подобряване на реагирането при поява на птичи грип в България" на Американската агенция за международно развитие (USAID), с помощта на Световната здравна организация (СЗО), регионален офис за Европа и Министерство на здравеопазването (МЗ).

Информационната система представлява Интернет базиран инструмент за провеждане на сентинелен надзор на грип и остри респираторни заболявания (ОРЗ) в България. Тя е предназначена за събиране и анализ на данните за заболяемостта в областните градове на страната и за разпространяване на обобщената информация до всички нива и институции, отговорни за предприемането на профилактични и противоепидемични мерки при възникване на грипни епидемии. Като използва седмичната информация за заболяемостта от грип и ОРЗ за предходните години, системата определя на основата на персентилите нивата на интензивност на епидемичния процес.

Данните са на седмична база, като такива се съхраняват за всяка една седмица от 1.11.2007 г. до момента. Данните са извлечени от представителна извадка от населението и се дават като брой заболели и брой заболели на 10 000 души [4].

Данните за епидемичната обстановка от Министерството на здравеопазването [5] същите данни, заедно с данни за други видове заболявания се предоставят от края на януари 2009 г.

В настоящата работа са извлечени данните за ОРЗ на база 10 000 души и са представени графично по години и като средна стойност за съответната седмица. За сравнение е направена графика и на средната заболеваемост от ОРЗ по години.

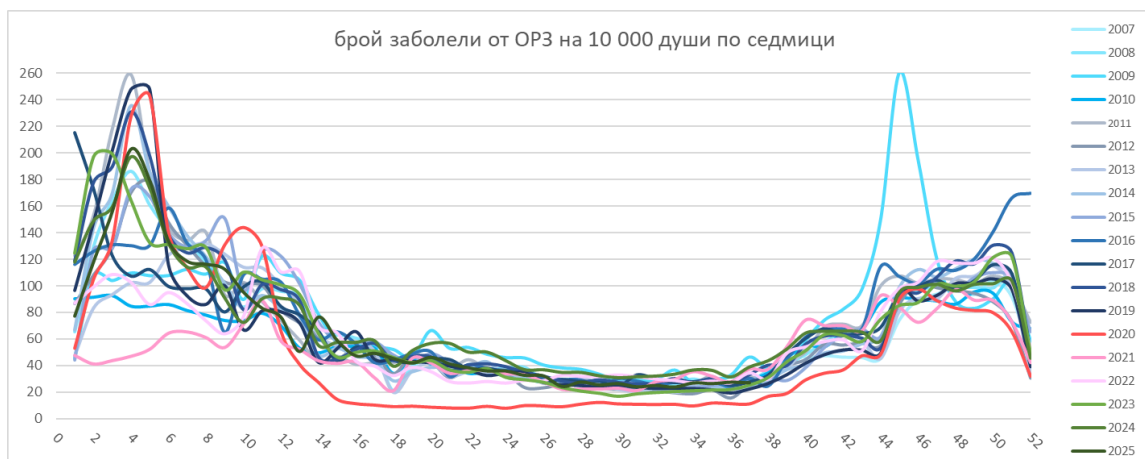
За сравнение е направена и графика на сезонното разпределение на COVID-19 за периода от 6.06.2020 до 1.07.2024 г. по данни от Портал за отворени данни, предоставящ достъп до публични данни в Република България в отворен и машинночетим формат [6], а за периода след това – от данните за епидемичната обстановка от МЗ.

Използвани са данните за атмосферни замърсявания от TEMIS – Tropospheric Emission Monitoring Internet Service на ESA [7], на месечна база, като в повечето случаи са взети и допълнени резултати от предишни разработки на авторите.

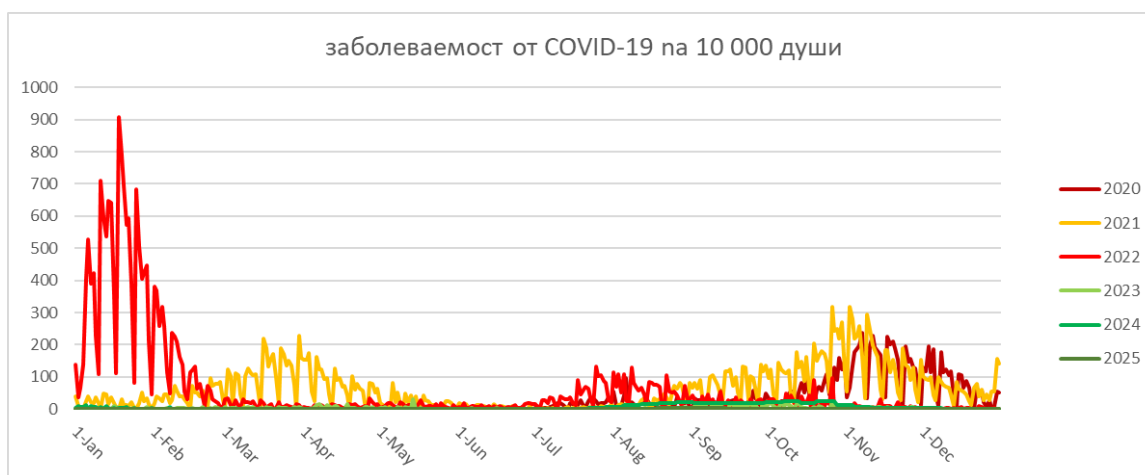
Наземни данни за някои атмосферни замърсители в някои от големите градове са взети от Система за информирание на населението за качеството на атмосферния въздух [8]. Използвани са данни на дневна база, които са усреднени за периода 2020-та – 2025-та г. За София и Пловдив са усреднени и данните от различните АИС.

Резултати

На фиг. 1 е представено сезонното изменение на заболеваемостта от ОРЗ по седмици по данни от Информационна система за събиране и анализиране на данни за заболяемостта [4] за периода от началото на 2007 г. до септември 2025 г. На фиг. 2 е представено сезонното изменение на заболеваемостта от COVID-18 за периода 07.06.2020 г. до 01.07.2024 г. по данни от Портал за отворени данни [6] и от 01.07.2024 г. до септември 2025 г. по данни от Министерството на здравеопазването [5].



Фиг. 1. Сезонно изменение на заболяемостта от ОРЗ в България



Фиг. 2. Сезонно изменение на заболяемостта от COVID-19 в България

Както се вижда от двете фигури, макар и за много кратък период, заболяемостта от COVID-19 показва типичния за България сезонен характер на ОРЗ.

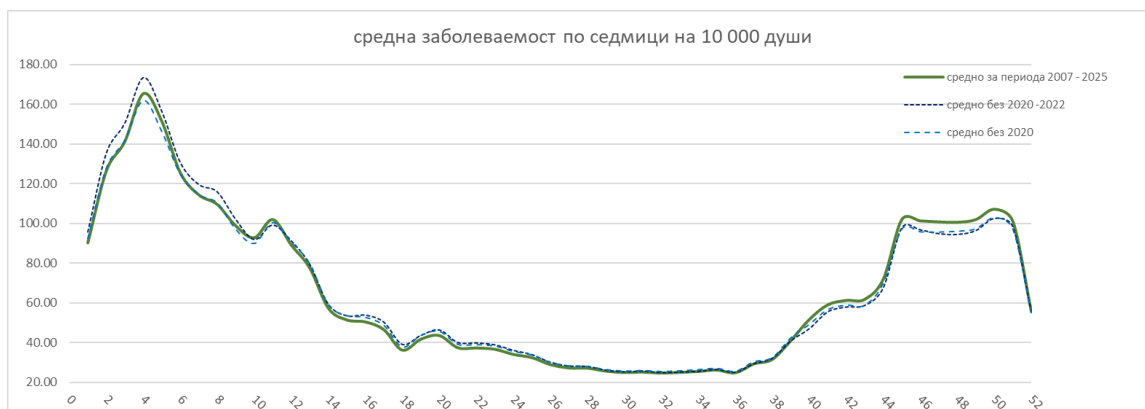
За по-добро онагледяване, на фиг. 3 и фиг. 4 са показани съответно усреднените стойности на заболяемостта от ОРЗ и COVID-19 по седмици.

Доколкото използваните данни за COVID-19 за основния период са на дневна база, както се и представени на фиг. 2, за по-добро сравнение на фиг. 4 те са усреднени по седмици.

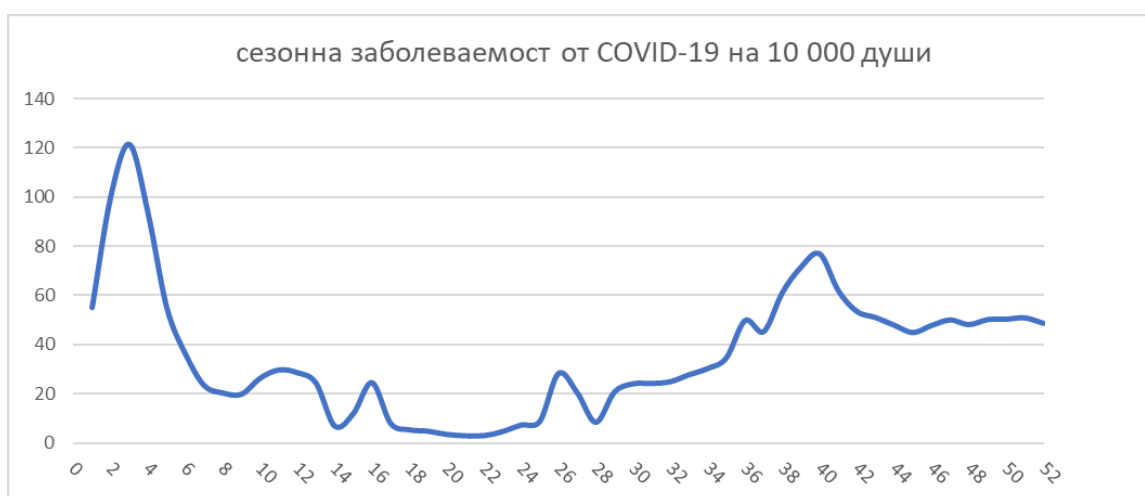
На фиг. 5 е представено типично сезонно изменение на основните атмосферни замърсители PM₁₀ и NO₂ за град София по усреднени данни от петте АИС [8]. Данните за PM_{2.5} са от АИС Хиподрума.

За сравнимост на данните с изследванията на пространствената зависимост [3] е въведен и представен индекс на замърсяване P (пунктираната черна линия) както следва

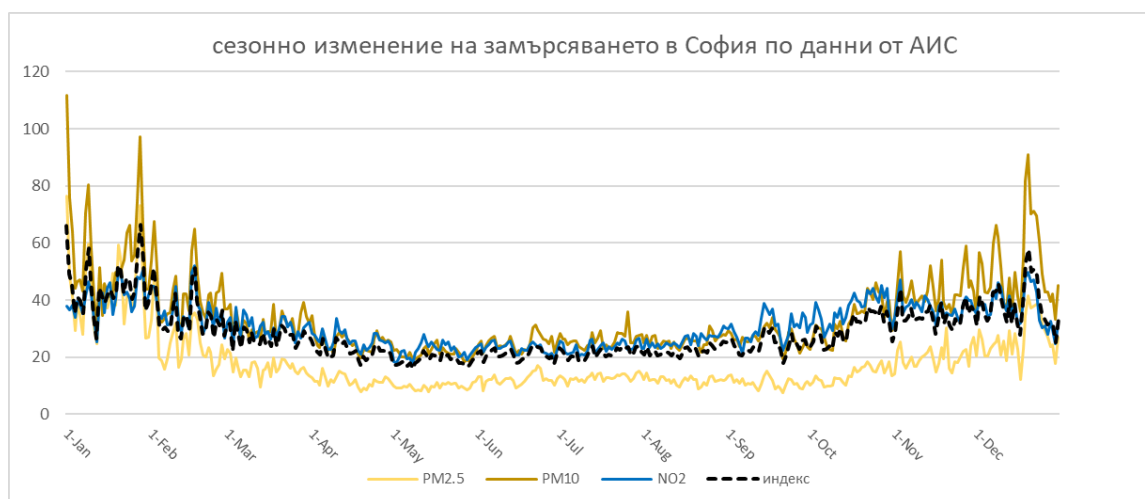
$$(1) \quad P = ((PM_{2.5} + PM_{10})/2 + NO_2)/2$$



Фиг. 3. Средно сезонно изменение на заболяемостта от ОРЗ в България



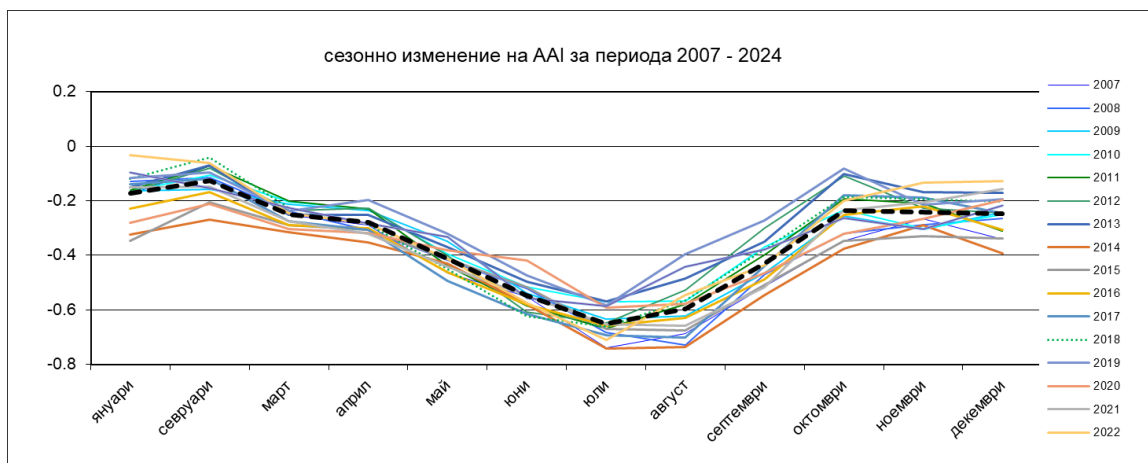
Фиг. 4. Средно сезонно изменение на заболяемостта от COVID-19 в България



Фиг. 5. Сезонно изменение на PM2.5, PM10 и NO₂ за град София

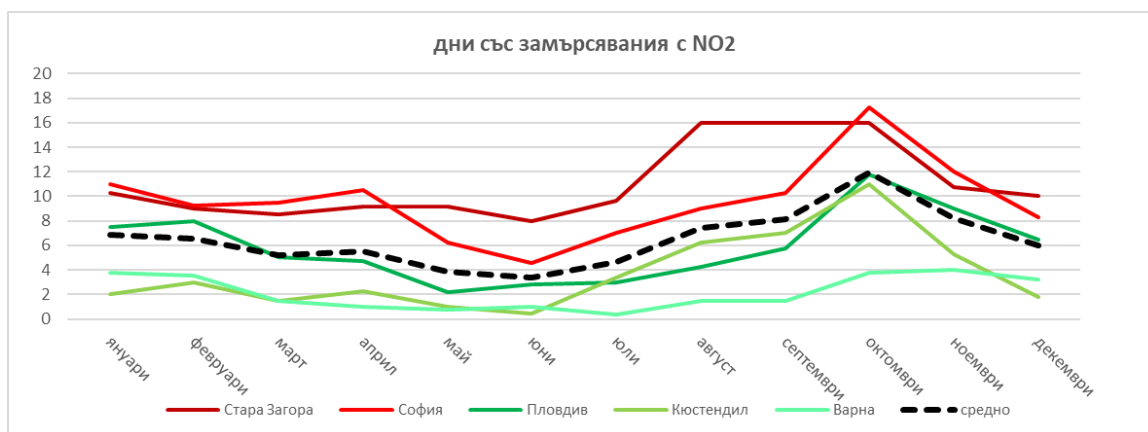
Аналогично е сезонното поведение на атмосферните замърсители в Пловдив, Варна и Перник. Доколкото настоящата работа има за цел да сравни сезонното поведение на заболяемостта с това на атмосферните замърсители, но не и да се търси някаква числова зависимост, представена е само графиката за град София като място с няколко АИС и най-голяма плътност на населението.

На следващите фиг. 6 и фиг. 7 е представено сезонното поведение на AAI и NO₂ по спътникови данни.



Фиг. 6. Сезонно изменение на AAI по данни от MetOp A, B и C

За графиката от фиг. 6 са използвани и допълнени данните от наши предишни изследвания [9].



Фиг. 7. Брой дни с наблюдавано засилени емисии NO2 по данни от Tropomi [7]

За графиката са използвани и допълнени данните от [10].

Само за илюстрация на фиг. 8 е представена усреднената заболяемост от ОРЗ в България по години.



Фиг. 8. Средна заболяемост от ОРЗ на 10 000 души по години

Както се вижда от фигурата, средната заболяемост от ОРЗ в България е сравнително постоянна в годините. Наблюдава се единствено известен спад през периода 2021–2022 г., когато е и максималната заболяемост от COVID-19.

Анализ на резултатите

От сравнението на фиг. 3, фиг. 4 и фиг. 5 се вижда, че както заболяемостта от ОРЗ за периода 2007–2025 г., така и тази от COVID-19 за периода средата на 2020-та г. до септември 2025-та г. показва аналогичен характер с кривата на сезонното изменение на индекса на замърсяване. Ясно се очертава два максимума – основен в първите два месеца на годината и втори, по-плавен и продължителен в есенните месеци.

Подобният характер и познатието за характера на ОРЗ определено дават основание да се приеме, че атмосферните замърсявания с фини прахови частици и азотен диоксид в големите градове оказват влияние върху разпространението на ОРЗ и, в частност, на COVID-19.

Сателитните данни показват подобен характер за есенните месеци, но не толкова изразен максимум в началото на годината.

Заклучение

В заключение можем да отбележим че разглеждането на атмосферните замърсители като фактор за засилване на заболяемостта от ОРЗ има своите основания.

В бъдеще следва да се изучи по-подробно влиянието на различните типове ФПЧ, а именно PM₁, PM_{2.5} и PM₁₀.

Благодарности:

Изследването е извършено в рамките на проект „Smart Integrated Devices for Telemedicine to Combat COVID-19 Toward New Resilience City“ (Smart4COV19/ Telemedicine), договор КП-06-Д002/8/2021 между ИКИТ-БАН и Фонд „Научни изследвания“ към Министерството на образованието и науката по програма SEA-EUROPE JFS.

Литература:

1. Filchev, L., Dimitrova, M., Trenchev, P., Jelev, G., Chanev, M., & Cahyadi, M. (2023). Preliminary Results from Smart Integrated Devices for Telemedicine to Combat COVID-19 Toward New Resilience City – Smart4COV19/Telemedicine Project. Proceedings of 3rd National Workshop with International Participation Under the EU Copernicus Programme, 56–63. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10439070>
2. Filchev, L., Dimitrova, M., Trenchev, P., Chanev, M., Jelev, G.. From Space to Health: The Impact of Earth Observation Research on the Smart4COV19 Telemedicine project. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1418, IOP Publishing, 2024, ISSN:I1755-1315, DOI:doi:10.1088/1755-1315/1418/1/012049, 012049. SJR (Scopus):0.19
3. Lachezar Filchev, Maria Dimitrova, Plamen Trenchev, Georgi Jelev, Milen Chanev. The impact of air pollution on the spatial distribution of Covid-19 across Bulgaria: a study using satellite and in situ data. Proc. SPIE 13816, Eleventh International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2025), 2025, ISBN:978151069531, ISSN:1996-756X, DOI:<https://doi.org/10.1117/12.3073135>, SJR (Scopus):0.17
4. Информационна система за събиране и анализиране на данни за заболяемостта от грип и ОРЗ в България – Национален център по заразни и паразитни болести – <https://grippe.gateway.bg/>
5. Министерство за здравеопазването – Епидемична обстановка – <https://www.mh.government.bg/bg/novini/epidemichna-obstanovka>
6. Портал за отворени данни, предоставящ достъп до публични данни в Република България в отворен и машинночетим формат – <https://data.egov.bg/data/resourceView/cb5d7df0-3066-4d7a-b4a1-ac26525e0f0c/1329>
7. TEMIS – Tropospheric Emission Monitoring Internet Service – <https://www.temis.nl/>
8. Система за информиране на населението за качеството на атмосферния въздух. <https://www.eea.government.bg/kav/>
9. Maria Dimitrova, Pregyova Y.. USING AAI FORM GOME 2 INSTRUMENT, ONBOARD METOP A, B AND C SATELLITES FOR INVESTIGATION OF DUST POLLUTION OVER BULGARIA. Aerospace Research in Bulgaria, 37, 2025, ISSN:1313-0927, DOI:<https://doi.org/10.3897/arb.v37.e05>, 51–59
10. Dimitrova, M., Trenchev, P., Gochev, D.. Spatial and Seasonal Distribution of NO₂ Pollution over Bulgaria, Based on TROPOMI Measurements. Proceedings SES 2020, Space Research Technology Institute – BAS, 2020, ISSN:2603-3313, 279–282.