

**ГИС БАЗА-ДАНИИ ПО ПРОЕКТ
SMART INTEGRATED DEVICES FOR TELEMEDICINE
TO COMBAT COVID-19 TOWARD NEW RESILIENCE CITY**

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

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

Ключови думи: ГИС база данни, COVID-19, IQAir, замърсяване на въздуха, фини прахови частици

Резюме: Географските информационни системи предоставят възможност за оценка на риска свързан с различни рискови фактори, картографиране на различията, също за сравнения на карти на заболявания. Чрез използване на пространствени данни могат да се създадат здравни модели и чрез тях много по-добре да разберем рисковете за здравето възникващи за населението. Създадена е ГИС базата данни за избрани тестови райони – гр. София и гр. Бургас, включваща референтни данни, спътникови данни (метеорологични данни, данни за атмосферно замърсяване), данни за заболяемост от COVID-19 и данни от наземни измерванията със сензори на IQAir. Базата данни е основа за провеждания непрекъснат мониторинг на чистотата на въздуха в двата района. Анализирана е взаимовръзката между атмосферното замърсяване и заболяемостта от COVID-19. Създадена е мрежа от сензори за отчитане на фините прахови частици в дадените райони.

**GIS DATABASE BY PROJECT SMART INTEGRATED DEVICES
FOR TELEMEDICINE TO COMBAT COVID-19 TOWARD NEW RESILIENCE CITY**

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

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

Keywords: GIS database, COVID-19, IQAir, air pollution, fine particulate matter

Abstract: Geographic information systems (GIS) facilitate the evaluation of risk associated with various risk factors, the mapping of differences, and the comparison of disease maps. The utilization of spatial data facilitates the development of health models, thereby enhancing the comprehension of population health risks. A Geographic Information System (GIS) database has been developed for specific test areas, namely Sofia and Burgas. It includes reference data, satellite data (meteorological data and atmospheric pollution data), COVID-19 incidence data, and data from ground measurements using IQAir sensors. The database serves as the foundation for the continuous monitoring of air quality in the two areas. A close examination of the relationship between air pollution and the incidence of the novel coronavirus disease (COVID-19) has been conducted. A network of sensors has been established to assess the levels of fine particulate matter in specific regions.

Въведение

От голямо значение за смекчаването на последиците и с цел управление на заболяемостта от COVID-19 са данните свързани с пространствено-времевата динамика на заболяването. Този вид данни показва степента и въздействието на заболяемостта същевременно са от голяма полза при взимането на решения, планирането и действията по отношение смекчаването на въздействието заболяването [1]. През последните години здравната и медицинска география получават голямо развитие. Така също те се явяват като критични научни дисциплини заради интердисциплинарният им характер. Това е така тъй като те интегрират в себе си пространствения анализ с общественото здраве, епидемиологията и

социалните науки. От голямо значение е разбирането, че пространствените или географските измерения на здравето, помагат за справяне със съвременните предизвикателства пред общественото здраве и насърчаване на по-здравословни общности [2]. Знаейки, че взаимодействието между географските фактори и общественото здраве е от изключителна важност, тъй като те помагат изследванията в медицината и глобалното здраве. Използвайки различни видове пространствени данни ние имаме възможност да създадем здравни модели с помощта, на които много по-задълбочено да разберем рисковете за здравето възникващи за населението на дадена територия бе значение от нейната площ и броя на населението ѝ [3].

Разбирането на пространствено-временната динамика предоставя важна информация, както за епидемиолога така и за клинициста [4]. Географските информационни системи (ГИС) в комбинация с медицинската география помагат за прилагането на методи и техники за справяне с пространствените проблеми в болестите и медицината [5]. Географските информационни системи намират приложение за оценка на риска произтичащ от околната среда, картографиране на различията за сравнения на карти на заболявания и други рискови фактори [6]. Освен това ГИС намира и приложение за представяне и обобщаване на сбираните данни и за измерване на социалното въздействие на COVID-19.

ГИС софтуери са използвани в редица научни изследвания които имат за цел количествено определяне на връзката между индекса на качеството на атмосферния въздух и разпределението на случаите на COVID-19. Част от пространствените данни свързани с качеството на атмосферния са получени от сателитни изображения. Установено е, че качеството на въздуха стои в основата на разпространението на COVID-19. С помощта на ГИС е извършен анализ на чувствителността, както и анализ на въздействието на концентрацията на прахови частици във въздуха връзката със смъртността в Китай. Проучването установява, пряка положителна корелационна зависимост между смъртността и концентрациите на замърсители във въздуха [7–12].

ГИС базата данни е важен фактор и незаменим инструмент при съхранението, управлението и анализ на различни по вид пространствени данни, които описва реални обекти и явления, свързани с конкретни географски местоположения. При проекти с набиране на множество данни с географска или пространствена компонента е незаменима част [13–15].

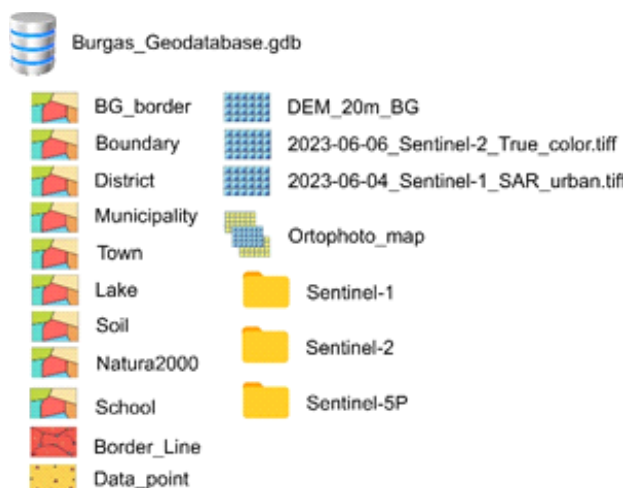
Целта на настоящия доклад е създаване и структуриране на ГИС база данни за провеждане на дистанционен мониторинг на атмосферното замърсяване с фини прахови частици и връзката му със заболяемостта от COVID-19.

Базата данни

По проекта “Telemedicine to Combat Covid-19 Toward New Resilience City” [16, 17] е създадена база данни в ГИС среда. Тя служи за структуриране на наличните и получаваните геопропространствени данни, от една страна и за анализ, интерпретация и визуализация на резултатите от изследването. ГИС база данни е файлова база данни (*Burgas_Geodatabase.gdb*), съдържаща векторни и растерни данни от различни източници. Структурата на базата данни е показана на Фиг. 1. Тя обединява четири вида входни данни – референтни векторни и растерни слоеве, спътникови данни, данни за заболяемост от Covid-19 и данни от наземна мрежа от сензори. Следва анализ на пространствените данни и визуализиране на резултатите под формата на тематични карти, таблици и графики. Съдържанието на файловата ГИС базата данни е представена на Фиг. 2.



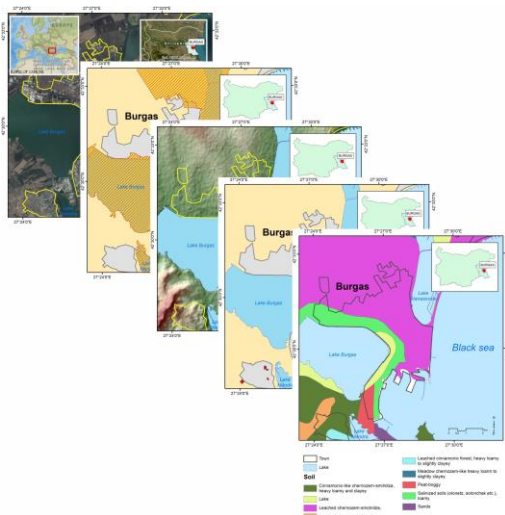
Фиг. 1. Структура на ГИС база данни



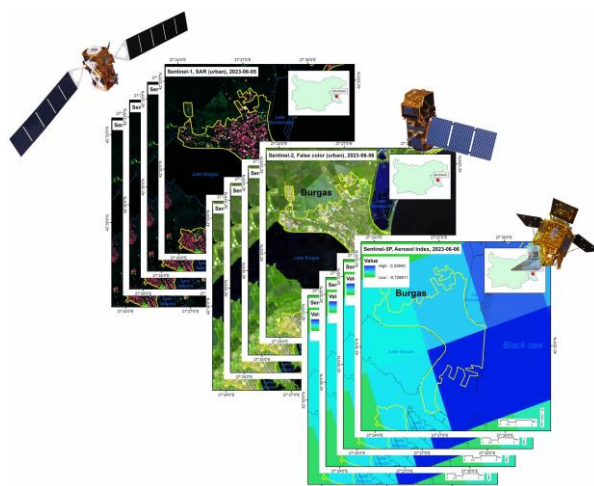
Фиг. 2. Съдържание на ГИС база данни Burgas_Geodatabase.gdb

Входната информация се базира на четири вида данни:

Референтни векторни и растерни слоеве, включват графична и атрибутивна информация за: административни граници (община и град); брегова линия; водни тела; почви; защитени зони по НАТУРА 2000; училища; кадастър; цифров модел на релефа (20 × 20 m); ортофото карта. Тези слоеве са базови за изследваните райони и включват графична и атрибутивна информация (Фиг. 3).



Фиг. 3. Референтни векторни и растерни слоеве



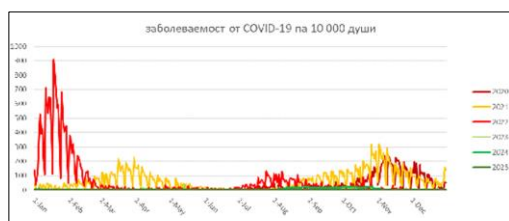
Фиг. 4. Спутникови данни от спътниците Sentinel-1, Sentinel-2 и Sentinel-5p

Спутникови данни от спътниците Sentinel-1, Sentinel-2 и Sentinel-5p се достъпват от Copernicus Browser (<https://browser.dataspace.copernicus.eu>) и са със свободен достъп (Фиг. 4).

Данни от заболяемост от COVID-19 се взимат от Национален Център по Заразни и Паразитни Болести (<https://covid19.ncipd.org>) по общини (брой на 100 000 души), (Фиг. 5).

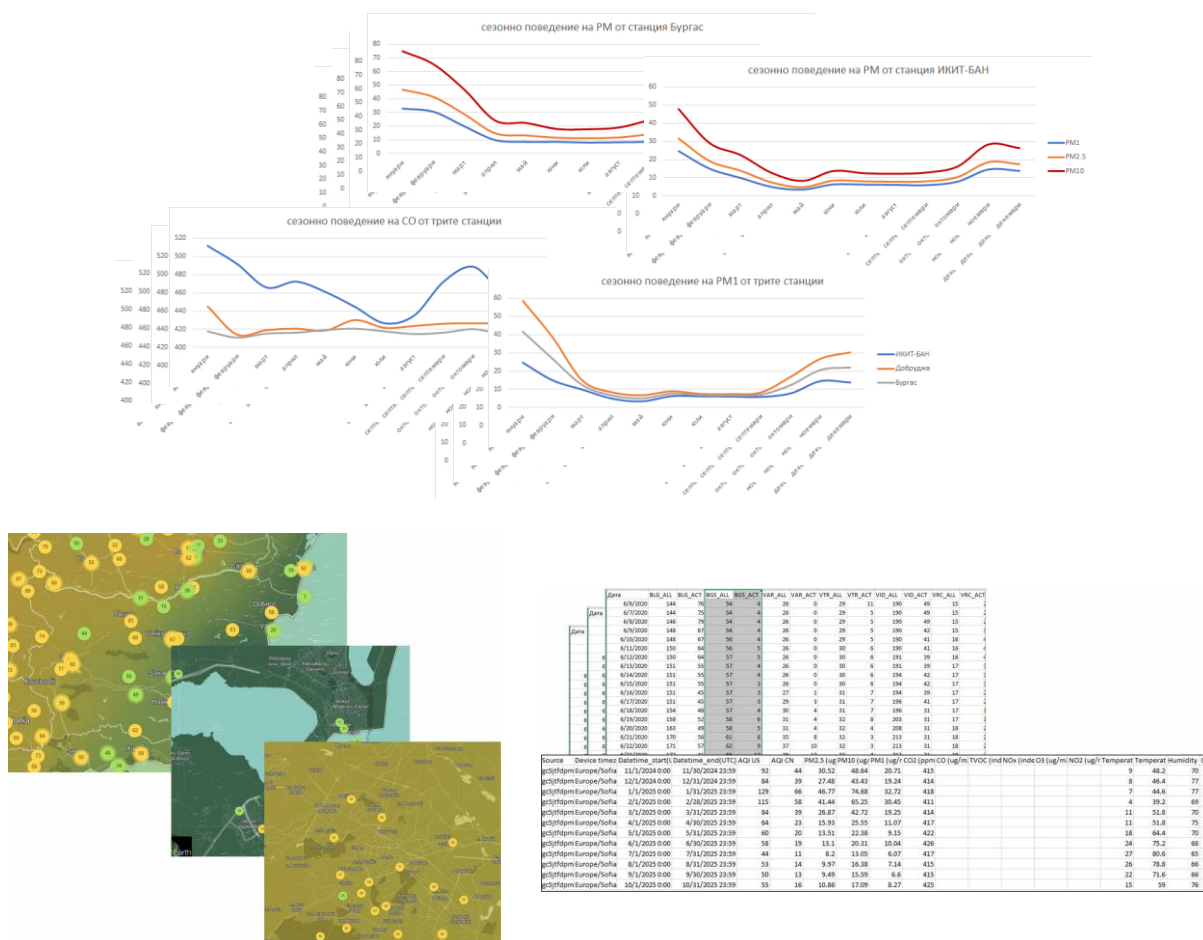
Наземни данни от измервания получени от проведения мониторинг за качество на въздуха чрез сензори AirVisual (Фиг. 6). Сензорите регистрират следните параметри на качеството на въздуха:

- общ индексът за чистота на въздуха AQI;
- количество на праховите частици (PM_{2,5} µg/m³; PM₁₀ mg/m³; Pm₁ mg/m³); количество въглероден диоксид (CO₂ ppm);
- температура (C°);
- влажност (%);
- атмосферно налягане (mbar).



Анализ и резултати

Съвместяване и обработка на слоеве дава възможност за получаване на нова информация. След анализ на входните данни, резултатите са представени като тематични карти, таблици и графики (Фиг. 7). На базата на данните от сензорите е проследено сезонното изменение на атмосферно замърсяване в двата изследвани района. Поведението на концентрацията на фините прахови частици с различни размери е подобно.

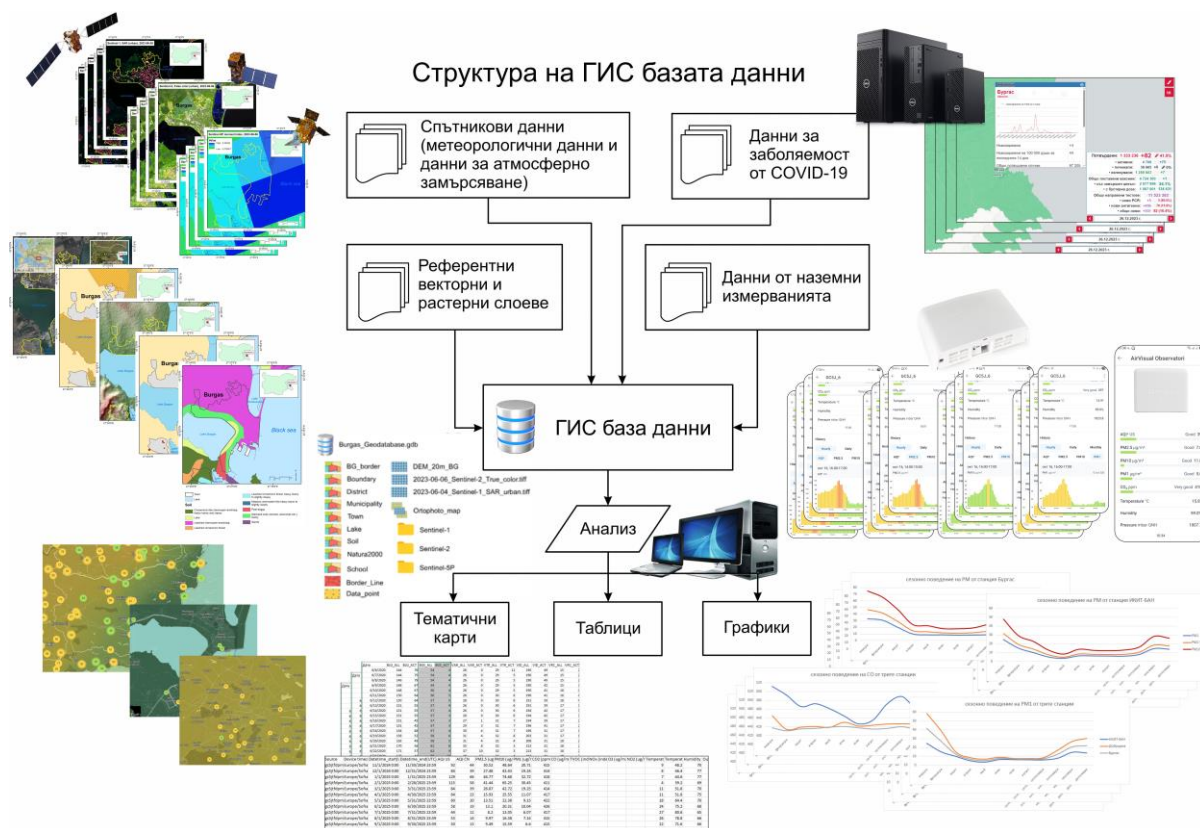


Заклучение

В заключение можем да отбележим, че ГИС база данни е незаменим инструмент за провеждане на пространствено обвързани изследвания, чрез използване на различна по вид и от различни източници пространствена информация. Работата в ГИС среда осигурява извеждането на резултатите в графичен и табличен вид. В допълнение има възможност за получаване на картографско изображение под формата на тематични карти.

Тематичните карти могат да бъдат от голяма полза, тъй като предоставят важна информация, както за епидемиолозите. ГИС е полезен инструмент за медицинската география за съставяне на модели с помощта на които по-лесно да се справяме с проблеми свързани с болестите и медицината. ГИС намира и приложение за представяне и обобщаване на сбираните данни и многомерно мащабиране за измерване на социалното въздействие на COVID-19.

Разработеният проект (Фиг. 8) е едно практическо използване на ГИС като част от дистанционния мониторинг на атмосферното замърсяване с фини прахови частици и връзката му със заболяемостта от COVID-19 в два района от територията на страната.



Фиг. 8. Обща схема, дейности и резултати в ГИС базата данни

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. Franch-Pardo, I., Napoletano, B. M., Rosete-Verges, F., & Billa, L. (2020). Spatial analysis and GIS in the study of COVID-19. A review. *Science of the total environment*, 739, 140033. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140033>
2. Islam, N., Alam, A., Basak, A., Das, U., Rukhsana (2024). Development of Health and Medical Geography: A Systematic Review. In: Alam, A., Rukhsana, Biswas, S., Islam, N., Roy, R. (eds) *Population, Environment and Disease*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-67624-6_1
3. Rakuasa, H. (2023). Dynamics of Medical Geography Development in Indonesia: Exploring the Interaction between Geographical Factors and Public Health. *Nusantara Journal of Behavioral and Social Science*, 2(3), 81–86. <https://doi.org/10.47679/202337>
4. Löytönen, M. (1998). GIS, time geography and health. In *GIS and health* (pp. 115-128). CRC Press.
5. Meade, M. S., & Emch, M. (2010). *Medical geography*. Guilford Press.
6. Gesler, W. (1986). The uses of spatial analysis in medical geography: a review. *Social science & medicine*, 23(10), 963-973. [https://doi.org/10.1016/0277-9536\(86\)90253-4](https://doi.org/10.1016/0277-9536(86)90253-4)
7. Fan, C., Li, Y., Guang, J., Li, Z., Elnashar, A., Allam, M., & de Leeuw, G. (2020). The impact of the control measures during the COVID-19 outbreak on air pollution in China. *Remote Sensing*, 12(10), 1613. <https://doi.org/10.3390/rs12101613>
8. Xu, H., Yan, C., Fu, Q., Xiao, K., Yu, Y., Han, D., Wang, W., & Cheng, J. (2020). Possible environmental effects on the spread of COVID-19 in China. *Science of the Total Environment*, 731, 139211. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139211>
9. Zhang, Z., Xue, T., & Jin, X. (2020). Effects of meteorological conditions and air pollution on COVID-19 transmission: Evidence from 219 Chinese cities. *Science of the total environment*, 741, 140244. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140244>
10. Yao, Y., Pan, J., Wang, W., Liu, Z., Kan, H., Qiu, Y., Meng, X., & Wang, W. (2020). Association of particulate matter pollution and case fatality rate of COVID-19 in 49 Chinese cities. *Science of the Total Environment*, 741, 140396. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140396>
11. Ahasan, R., Alam, M. S., Chakraborty, T., & Hossain, M. M. (2022). Applications of GIS and geospatial analyses in COVID-19 research: A systematic review. *F1000Research*, 9, 1379. <https://doi.org/10.12688/f1000research.27544.2>
12. Асенова, М., 2010. Специализирани приложения на ГИС при създаване на информационна система за горите. *Управление и устойчиво развитие* 1/2010 (25), стр. 243–248
13. Желев, Г., Стефанова, Д., Стефанов, П., Бонев, Д., Стоянова, А., Чолакова, Д. ГИС проект за изследване на карста в Р. България. *Годишник на департамент „Природни науки“*, 2018–2019, НБУ, 2020, ISSN:2367-6302, 54–59
14. Недков, Р., Руменина, Е., Желев, Г. Интегрирана ГИС за мониторинг на зелените площи на град Пловдив с използване на спътникови данни с висока разделителна способност. *Proceeding of the First Scientific Conference with International Participation “Space, Ecology, Safety” (SES'2005)*, Varna, Bulgaria., Book II, SRI-BAS, 2005, ISSN:954-438-484-7, 155–160
15. Желев, Г. Структура на ГИС – проект за геоморфолошко изследване на Стръмниришката вулканотектонска морфоструктура. *Девета национална конференция с международно участие по съвременни проблеми на слънчево-земните въздействия*, София., STIL-BAS, 2002, 133–136
16. Filchev L., M. Dimitrova, Pl. Trenchev, G. Jelev, M. Chaney. 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, <https://doi.org/10.1117/12.3073135>
17. Filchev, L., Dimitrova, M., Trenchev, P., Chaney, 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: 11755-1315 <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1418/1/012049>