

## РОЗРОБЛЕННЯ БАЗИ ДАНИХ ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ КОСМІЧНОЇ ПОГОДИ

Данило Івантишин<sup>1</sup>, Євген Буров<sup>2</sup>

Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра інформаційних систем та мереж, Львів, Україна

<sup>1</sup> E-mail: danylo.ivantyshyn@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1530-3026

<sup>2</sup> E-mail: yevhen.v.burov@lpnu.ua, ORCID: 0000-0001-8653-1520

© Івантишин Д.-Н., Буров Є., 2023

Виконано аналіз предметної області, на основі якого визначено основні сутності індексів космічної погоди, їх атрибути та зв'язки між ними. Побудовано ER-діаграму та розроблено логічну схему бази даних інтелектуальної системи дослідження параметрів космічної погоди. Наукова новизна отриманих результатів полягає у розробленні моделі бази даних інтелектуальної системи дослідження параметрів космічної погоди. Практичне значення отриманих результатів полягає у можливостях наповнення бази даних про прояви сонячної активності, їх опрацювання, аналізування та встановлення зв'язків між показниками геліо- та геоактивності.

**Ключові слова:** база даних інтелектуальної системи; моделювання бази даних; сонячна активність; сонячно-земні зв'язки.

### Вступ

Одним із найважливіших завдань сонячно-земної фізики загалом та практичної частини – “космічної погоди” зокрема є вивчення тих сонячних та геліосферних явищ, що спричиняють збурення навколоземного простору.

Все глибше розуміння впливу факторів сонячної активності на геосферу та сучасні технології визначає практичне значення досліджень космічної погоди. Ключовим питанням є дослідження зв'язків між активними процесами на Сонці та змінами навколоземного космічного простору, зумовленими цими процесами. Це завдання неможливо вирішити без моніторингу сонячної активності в усіх діапазонах електромагнітного випромінювання, реєстрації потоків сонячного вітру, напруженості магнітного поля Землі тощо.

Космічна погода сьогодні – це міждисциплінарна галузь, яка досліджує сонячно-земні процеси і пов'язує їх із певним впливом на технологічні системи та здоров'я людини. Через значну різноманітність факторів космічної погоди важливо, зокрема, вивчати фізичні процеси, відповідальні за найістотніші наслідки та впливи космічної погоди [1].

Нині вивчення космічної погоди переживає бурхливий розвиток, оскільки її вплив на сучасні технології стає все помітнішим. Серед найважливіших ефектів космічної погоди розглядають: геомагнітно індуковані струми; радіаційні та плазмові ефекти, пов'язані із поверхневим зарядом, глибоким діелектричним зарядом, авіонікою; вплив радіації на здоров'я людини; іоносферні ефекти, пов'язані із навігацією та зв'язком; термосферні ефекти та збільшення опору для польоту супутників [1].

Останнім прикладом того, які вагомі практичні та фінансові наслідки може мати космічна погода, є втрата SpaceX 38 із 49 супутників через підвищену нейтральну густину атмосфери, пов'язану з геомагнітною бурєю 3–4 лютого 2022 року. Незважаючи на те, що це був 36-й запуск SpaceX за останні три роки, він першим зазнав штормової космічної погоди [2, 3].

Зі щоденним збільшенням попиту на високотехнологічні засоби зв'язку, навігації вразливість суспільства до ризиків, пов'язаних із космічною погодою, очевидно, також зростатиме, і це потребує глибшого вивчення фізики Сонця, впливу сонячної активності на навколоземний простір і розроблення надійних систем для прогнозування космічної погоди для різних часових масштабів.

### Постановка проблеми

Упродовж останніх років дослідження у сфері космічної погоди істотно розширилися. Прикладом є розроблення національних програм та створення центрів для дослідження сонячно-земних зв'язків, серед яких, зокрема:

- Програма космічної погоди США;
- Програма США та НАСА "Living With a Star";
- Програма космічної погоди Європейського космічного агентства (ESA);
- Європейська мережа космічної погоди (SWENET);
- Центр обробки даних сонячного випромінювання Королівської обсерваторії Бельгії (SIDC);
- Австралійський центр прогнозування космічної погоди;
- Канадська програма космічної погоди.

Моніторинг стану космічної погоди ведеться як із використанням всесвітньої мережі наземних станцій, так і з космосу, тобто є взаємодоповнюваним [4]. Це, зокрема, супутники, які обертаються навколо Сонця поблизу точки Лагранжа (L1): ACE і DSCOVR, що надають дані про параметри сонячного вітру і магнітного поля, GGS WIND, із якого отримують дані про радіовипромінювання Сонця і параметри плазми сонячного вітру, SOHO, який надає зображення Сонця для різних довжин хвиль. Супутник GOES, що перебуває на геостаціонарній орбіті Землі, надає дані щодо геомагнітного поля, рентгенівського випромінювання, потоків заряджених частинок.

Наукові дослідження сонячно-земних зв'язків охоплюють теоретичні роботи, спостереження та аналіз даних, моделювання та прогнозування стану космічної погоди і зосереджені на таких основних напрямках: фізика Сонця, ураховуючи сонячні спалахи, корональні структури, сонячний вітер, сонячні енергетичні частинки, сонячне радіовипромінювання; сонячно-земна фізика, зокрема вивчення еволюції сонячних збурень і їх вплив на магнітосферу та атмосферу Землі; геомагнетизм, зокрема вивчення геомагнітних збурень; фізика іоносфери та верхніх шарів атмосфери; фізика галактичних космічних променів; дослідження технологічного та біологічного впливу космічної погоди [5].

У ланцюжку космічної погоди певну роль відіграє тропосфера Землі, оскільки згенеровані в ній гравітаційні хвилі можуть переносити енергію у верхні шари атмосфери, а розсіювання таких хвиль є значним джерелом тепла в термосфері [5].

Незважаючи на те, що останнім часом отримано чимало доказів сонячно-кліматичних зв'язків, фізичні механізми впливу сонячної активності на нижню атмосферу залишаються не повністю вивченими, оскільки існує низка факторів, пов'язаних із сонячною активністю, які часто впливають на атмосферу одночасно і відрізняються кількістю енергії, переданої в атмосферу Землі, а також спостерігається виражена просторово-часова мінливість таких зв'язків [6].

Створення бази даних інтелектуальної системи дослідження параметрів космічної погоди дасть змогу завантажувати дані про стан космічної погоди із інтернет-ресурсів мережі наземних та космічних станцій, даних радіовипромінювання Сонця, атмосферного електричного поля та інфразвуку, зареєстрованих у ФМІ Національної академії наук України, ЛЦ ІКД Національної академії наук України та ДКА України, що дасть змогу аналізувати інформацію про стан космічної погоди, а також виявляти нові зв'язки між показниками геліо- та геофізичних явищ, зокрема на підставі даних про атмосферні інфразвукове та електричне поля вивчати вплив сонячної активності на нижню атмосферу Землі. Отже, розроблення та створення бази даних інтелектуальної системи дослідження параметрів космічної погоди є актуальною проблемою і має практичне значення.

### Аналіз останніх досліджень

Останніми роками спостерігається помітний прогрес у дослідженнях космічної погоди. Аналіз наукових досягнень і розроблення дорожньої карти пріоритетних напрямів наукової діяльності та дослідницької інфраструктури, необхідних для істотного поглиблення розуміння космічної погоди, наведено в роботі [7]. Стратегія дорожньої карти зосереджена на трьох багато в чому відмінних явищах космічної погоди зі значною мірою взаємодоповнюваними механізмами впливу на соціальні технології: електричні системи через вплив геомагнітних збурень, навігація та зв'язок через вплив іоносферної мінливості; (аеро-) космічні ресурси та здоров'я людини через вплив енергетичних частинок. У дорожній карті також запропоновано змінити парадигму в науці про космічну погоду: хоч сьогодні багато досліджень зосереджено на “космічних погодних подіях”, зростає усвідомлення того, що насправді необхідно вивчати значно триваліші часові послідовності, оскільки, ймовірно, в системі важливий, якщо не вирішальний вплив так званого гістерезису.

Широкий спектр аспектів космічної погоди розглянуто в роботі [8]. В статті проаналізовано різноманітність ефектів космічної погоди та їх соціальні аспекти, зокрема, вплив космічної погоди на клімат Землі. В роботі також зосереджено увагу на тому, що ключовим пріоритетом для дослідження космічної погоди є удосконалення моделювання взаємодії сонячного вітру та магнітосфери. Значний потенціал дослідники вбачають у моделюванні на основі фізики. Одним із прикладів є точне розуміння розвитку магнітної активності всередині Сонця та її зв'язку з корональними викидами мас та сонячними спалахами.

Результати досліджень реакції верхніх шарів атмосфери та іоносфери на зміни сонячної активності, які отримали різні дослідницькі групи в межах COST Action ES0803, викладено в роботі [9]. Реакція термосфери та іоносфери на зміни сонячної активності є важливою частиною проблеми космічної погоди через її вплив на діяльність людини в космосі. Для спектрального аналізу, емпіричного моделювання, реконструкції профілю електронної густини та методів прогнозування використано спеціальні бази даних. У роботі описано середньострокову та довгострокову реакцію іоносфери на зміни сонячної та геомагнітної активності, реакцію іоносфери під час шторму на сонячний та геомагнітний вплив, а також методи моделювання та прогнозування.

Огляд сучасних знань про фундаментальні аспекти великомасштабної реакції на іоносферний шторм у середніх широтах наведено в статті [10]. Оскільки іоносфера поєднує вплив як зверху (сонячний вітер/магнітосфера), так і знизу (нейтральна атмосфера), іоносферні бурі діють як важлива ланка в складному ланцюгу сонячно-земних зв'язків і їх дослідження є міждисциплінарним. Надалі увагу звернено на критичну роль, яку можуть відігравати умови сонячного вітру, що спричиняють збурення, розглянуто нові можливості моделювання та моніторингу іоносферних штормів, а також проблеми інтерпретації результатів досліджень.

У роботі також розглянуто одну із ключових проблем дослідження іоносферних штормів у останнє десятиліття – їх залежність від сонячного циклу. Недоліки в можливостях прогнозування іоносфери під час глибокого сонячного мінімуму, визначені для всіх типів моделювання (від емпіричних до основаних на фізиці процесів), виявили істотний вплив драйверів геомагнітних бур на спостережувані ефекти.

Використовуючи дані багатьох інструментів, автори роботи [11] дослідили поведінку іоносфери та термосфери 21–23 червня 2015 року, коли на Землю прибули три міжпланетні ударні хвилі різної інтенсивності. Шторм спровокував значні наслідки в термосфері та іоносфері як вдень, так і вночі. У термосфері щільність денної нейтральної маси перевищувала рівні незбуреного стану на 300–500 %, із сильнішими ефектами в літній півкулі. В іоносфері як позитивні, так і негативні ефекти шторму спостерігалися як на денному, так і на нічному боці Землі.

Масштабні міжпланетні збурення, спричинені сонячною активністю, взаємодіють із магнітним полем Землі, що призводить до серйозних явищ космічної погоди, таких як геомагнітні бурі, суббурі [12]. Індекс Dst є репрезентативним індексом геомагнітної активності в спільноті космічної погоди [13]. Для прогнозування індексу Dst розроблено методи на основі емпіричних моделей і штучних нейронних мереж.

У роботі [14] запропоновано модель прогнозування індексу Dst, розроблену із поєднанням емпіричних моделей і моделей штучної нейронної мережі. В моделі розрізняються збурення, спричинені корональним викидом маси, і збурення, зумовлені областю коротувальної взаємодії швидкого і повільного сонячного вітру, оцінено мінімальні значення індексу Dst й отримано рівняння для описання фази відновлення збурення.

Продуктивність комбінованої моделі виявилась вищою, ніж кожної із моделей, у прогнозуванні індексу Dst: час прогнозування зріс до 24 год, вихідні дані моделі оновлювались щогодини.

Аналіз явищ та індексів космічної погоди, які можна спостерігати на основі радіовипромінювання Сонця, наведено в роботі [15]. Методи, використовувані в радіодіапазоні для спостереження за явищами космічної погоди, варіюються від базових часових рядів до спектроскопії зображень. Показано, що радіодані є невід'ємною частиною спостережень космічної погоди, а LOFAR4SW займатиме особливе місце як один із найчутливіших інтерферометрів з фазованою решіткою. Він матиме можливість регулярно й одночасно спостерігати за Сонцем, геліосферою та іоносферою, використовуючи різноманітні передові методи, доступні лише для інструментів такого типу.

### Формулювання цілі статті

Мета статті – розроблення бази даних для інтелектуальної системи дослідження параметрів космічної погоди.

### Виклад основного матеріалу

Проектування бази даних починається з вивчення цього завдання з погляду предметної області та сутностей, які формуватимуть базу даних та зв'язків між сутностями. Тобто перший етап – це збирання інформації та визначення моделі предметної області системи, а також погляд на неї під кутом зору розробника бази даних. Цей процес також поетапний, але зазвичай у структурі проектування ці етапи охоплені етапом концептуального проектування – етапом вибору об'єктів, атрибутів і зв'язків.

Будь-який аспект предметної області можна подати як групу сутностей, пов'язаних між собою.

- сутності представляють прямокутниками;
- зв'язки – лініями, що з'єднують сутності.

Під час аналізу предметної області було визначено основні індекси космічної погоди:

- Сонячний вітер, який характеризується густиною та швидкістю

solar_wind		
id_sw	int	PK
density	double	
speed	double	

- Індеси числа Вольфа

wolf_number		
id_wolf_number		PK
number	int	

- Радіовипромінювання, яке характеризується інтенсивністю

radio_emmission		
id_re	int	PK
intensity	double	

- Міжпланетне магнітне поле, яке характеризується Vz-компонентою

imf		
id_imf	int	PK
bz_component	double	

- Викиди корональних мас, які характеризується швидкістю та кутовою шириною

cme		
id_cme	int	PK
speed	double	
angle_width	double	

- Сонячні космічні промені, які характеризуються густиною

proton_event		
id_pe	int	PK
density	double	

- Галактичні космічні промені, які характеризуються густиною

galaxy_cosmic_rays		
id_gcr		PK
density	double	

- Магнітна буря, яка характеризується індексом Dst

magnetic_storm			
id_mag_storm	int unsigned		PK
dst_index	double		NULL
ae_index	double		NULL

- Магнітна суббура, яка характеризується індексом Ae

magnetic_sub_storm			
id_mag_sub_storm	int unsigned		PK
ae_index	double		NULL

- Атмосферний інфразвук, який характеризується амплітудою

atmosferic_infrasound			
id_ai	int unsigned		PK
amplitude	double		

- Атмосферне електричне поле, яке характеризується Ez-компонентою

atmosferic_electric_field			
id_aef	int unsigned		PK
ez_component	double		

У разі моделювання представлення групи абстрактних об'єктів та їхніх взаємозв'язків без уточнення того, як вони фізично зберігаються, концептуальна модель змістовно відповідає моделі предметної області. Тому початковий етап проектування бази даних у науковій літературі називають інфологічним проектуванням.

Для проектування цієї діаграми сутність – зв'язок використано засіб моделювання SqlDBM. Варто також зазначити, що ERD модель (рис. 1) побудовано у нотації IDEF1X.

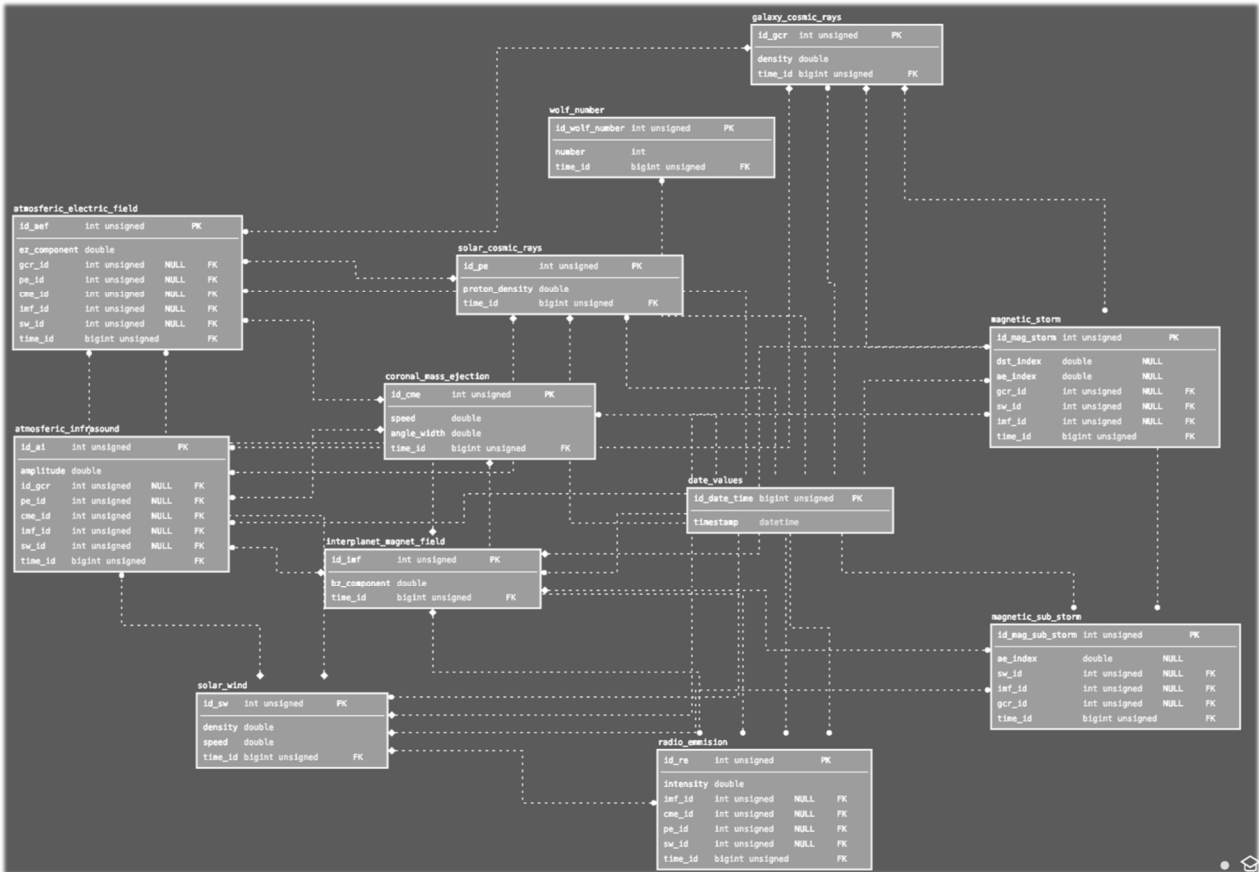


Рис. 1. ERD модель бази даних інформаційної системи

Створення даталогічної моделі (рис. 2) передбачає перенесення у сумісну з вибраною системою управління бази даних модель даних. Отже, в результаті виконання отримуємо функціональну базу даних.

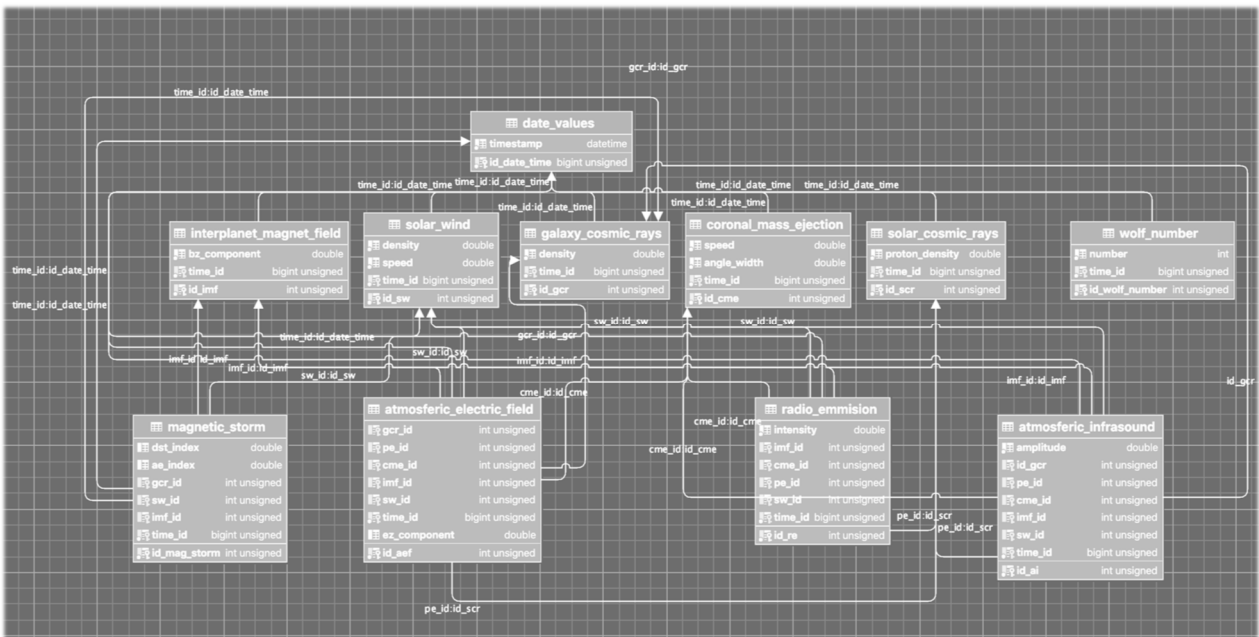


Рис. 2. Даталогічна модель бази даних інформаційної системи

### Висновки

На основі аналізу предметної області визначено основні сутності індексів космічної погоди, їх атрибути та зв'язки між ними. Побудовано ER-діаграму та розроблено логічну схему бази даних інтелектуальної системи дослідження параметрів космічної погоди.

Створення бази даних інтелектуальної системи дослідження параметрів космічної погоди дає змогу завантажувати дані про стан космічної погоди із інтернет-ресурсів мережі наземних та космічних станцій, даних спорадичного радіовипромінювання Сонця, атмосферного інфразвуку та електричного поля, зареєстрованих у ФМІ Національної академії наук України, ЛЦ ІКД Національної академії наук України та ДКА України, що дасть змогу аналізувати інформацію про стан космічної погоди, а також виявляти нові зв'язки між показниками геліо- та геофізичних явищ, зокрема, на підставі даних про атмосферні інфразвукове та електричне поля, вивчати вплив сонячної активності на нижню атмосферу Землі. Отже, розроблення та створення бази даних інтелектуальної системи дослідження параметрів космічної погоди є актуальною проблемою і має практичне значення

Наукова новизна отриманих результатів полягає у розробленні моделі бази даних інтелектуальної системи дослідження параметрів космічної погоди. Практичне значення отриманих результатів полягає у можливостях наповнення бази даних про прояви сонячної активності, їх опрацювання, аналізування та встановлення зв'язків між показниками геліо- та геоактивності.

### Список літератури

1. Buzulukova N., Tsurutani B. (2022). Space Weather: From solar origins to risks and hazards evolving in time. *Front. Astron. Space Sci.*, Vol. 9, 1017103. DOI: 10.3389/fspas.2022.1017103.
2. Hapgood M., Liu H., Lugaz N. (2022). SpaceX-Sailing close to the space weather? *Space Weather*, Vol. 20, e2022SW003074. <https://doi.org/10.1029/2022SW003074>.
3. Fang T.-W., Kubaryk A., Goldstein D., et al. (2022). Space weather environment during the SpaceX Starlink satellite loss in February. *Space Weather*, Vol. 20, e2022SW003193. <https://doi.org/10.1029/2022SW003193>.
4. The Sun and Space Weather (Astrophysics and Space Science Library) (Second Edition) by A. Hanslmeier, 2008, 326 p.
5. Plainaki C., Antonucci M., Bemporad A. et al. (2020). Current state and perspectives of Space Weather science in Italy. *J. Space Weather Space Clim.*, Vol. 10, 6.
6. Veretenenko S. (2022). Stratospheric Polar Vortex as an Important Link between the Lower Atmosphere Circulation and Solar Activity. *Atmosphere*, Vol. 13(7), 1132. <https://doi.org/10.3390/atmos13071132>.
7. Schrijver C., Kauristie K., Aylward A. D., et al. (2015). Understanding space weather to shield society: A global road map for 2015–2025 commissioned by COSPAR and ILWS. *Adv. Space Res.*, Vol. 55, 2745–2807. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2015.03.023>.
8. Singh A. K., Bhargawa A., Siingh D., Singh R. P. (2021). Physics of Space Weather Phenomena: A Review. *Geosciences*, Vol. 11(7), 286. <https://doi.org/10.3390/geosciences11070286>.
9. Kutiev I., Tsaouris I., Perrone L., et al. (2013). Solar activity impact on the Earth's upper atmosphere. *J. Space Weather Space Clim.*, Vol. 3, A06. <https://doi.org/10.1051/swsc/2013028>.
10. Tsaouris I. (2022). SpaceWeather Effects on the Earth's Upper Atmosphere: Short Report on Ionospheric Storm Effects at Middle Latitudes. *Atmosphere*, Vol. 13(2), 346. <https://doi.org/10.3390/atmos13020346>.
11. Astafyeva E., Zakharenkova I., Huba J. D., et al. (2017). Global ionospheric and thermospheric effects of the June 2015 geomagnetic disturbances: Multi-instrumental observations and modeling. *J. Geophys. Res.: Space Phys.*, Vol. 122, 11716–11742. <https://doi.org/10.1002/2017JA024174>.
12. Bhaskar A., Vichare G. (2019). Forecasting of SYMH and ASYH indices for geomagnetic storms of solar cycle 24 including St. Patricks day, 2015 storm using NARX neural network. *J. Space Weather Space Clim.*, Vol. 9, A12. <https://doi.org/10.1051/swsc/2019007>.
13. Wanliss, J. A., Showalter K. M. (2006). High-resolution global storm index: Dstversus SYM-H. *J. Geophys. Res.*, Vol. 111(2), A02202. <https://doi.org/10.1029/2005JA011034>.

14. Park W., Lee J, Kim K-C Lee J, et al. (2021). Operational Dst index prediction model based on combination of artificial neural network and empirical model. *J. Space Weather Space Clim.*, Vol. 11, 38. <https://doi.org/10.1051/swsc/2021021>.
15. Carley E. P., Baldovin C., Benthem P., et al. (2020). Radio observatories and instrumentation used in space weather science and operations. *J. Space Weather Space Clim.*, Vol. 10, 7. <https://doi.org/10.1051/swsc/2020007>.
16. Пасічник В. В., Резніченко В. А. (2006). Організація баз даних та знань. К.: Видавнича група BHV. 384 с.

### References

1. Buzulukova N., Tsurutani B. (2022). Space Weather: From solar origins to risks and hazards evolving in time. *Front. Astron. Space Sci.*, Vol. 9, 1017103. DOI: 10.3389/fspas.2022.1017103.
2. Hapgood M., Liu H., Lugaz N. (2022). SpaceX-Sailing close to the space weather? *Space Weather*, Vol. 20, e2022SW003074. <https://doi.org/10.1029/2022SW003074>.
3. Fang T.-W., Kubaryk A., Goldstein D., et al. (2022). Space weather environment during the SpaceX Starlink satellite loss in February. *Space Weather*, Vol. 20, e2022SW003193. <https://doi.org/10.1029/2022SW003193>.
4. The Sun and Space Weather (Astrophysics and Space Science Library) (Second Edition) by A. Hanslmeier, 2008, 326 p.
5. Plainaki C., Antonucci M., Bemporad A. et al. (2020). Current state and perspectives of Space Weather science in Italy. *J. Space Weather Space Clim.*, Vol. 10, 6.
6. Veretenenko S. (2022). Stratospheric Polar Vortex as an Important Link between the Lower Atmosphere Circulation and Solar Activity. *Atmosphere*, Vol. 13(7), 1132. <https://doi.org/10.3390/atmos13071132>.
7. Schrijver C., Kauristie K., Aylward A. D., et al. (2015). Understanding space weather to shield society: A global road map for 2015–2025 commissioned by COSPAR and ILWS. *Adv. Space Res.*, Vol. 55, 2745–2807. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2015.03.023>.
8. Singh A. K., Bhargawa A., Siingh D., Singh R. P. (2021). Physics of Space Weather Phenomena: A Review. *Geosciences*, Vol. 11(7), 286. <https://doi.org/10.3390/geosciences11070286>.
9. Kutiev I., Tsgouri I., Perrone L., et al. (2013). Solar activity impact on the Earth's upper atmosphere. *J. Space Weather Space Clim.*, Vol. 3, A06. <https://doi.org/10.1051/swsc/2013028>.
10. Tsgouri I. (2022). SpaceWeather Effects on the Earth's Upper Atmosphere: Short Report on Ionospheric Storm Effects at Middle Latitudes. *Atmosphere*, Vol. 13(2), 346. <https://doi.org/10.3390/atmos13020346>.
11. Astafyeva E., Zakharenkova I., Huba J. D., et al. (2017). Global ionospheric and thermospheric effects of the June 2015 geomagnetic disturbances: Multi-instrumental observations and modeling. *J. Geophys. Res.: Space Phys.*, Vol. 122, 11716–11742. <https://doi.org/10.1002/2017JA024174>.
12. Bhaskar A., Vichare G. (2019). Forecasting of SYMH and ASYH indices for geomagnetic storms of solar cycle 24 including St. Patricks day, 2015 storm using NARX neural network. *J. Space Weather Space Clim.*, Vol. 9, A12. <https://doi.org/10.1051/swsc/2019007>.
13. Wanliss, J. A., Showalter K. M. (2006). High-resolution global storm index: Dstversus SYM-H. *J. Geophys Res.*, Vol. 111(2), A02202. <https://doi.org/10.1029/2005JA011034>.
14. Park W., Lee J, Kim K-C Lee J, et al. (2021). Operational Dst index prediction model based on combination of artificial neural network and empirical model. *J. Space Weather Space Clim.*, Vol. 11, 38. <https://doi.org/10.1051/swsc/2021021>.
15. Carley E. P., Baldovin C., Benthem P., et al. (2020). Radio observatories and instrumentation used in space weather science and operations. *J. Space Weather Space Clim.*, Vol. 10, 7. <https://doi.org/10.1051/swsc/2020007>.
16. Pasichnyk V. V., Reznichenko V. A. (2006). Organization of databases and knowledge. K.: BHV Publishing Group, 384 p.



**DATABASE DEVELOPMENT FOR INTELLECTUAL SYSTEM FOR RESEARCH  
OF SPACE WEATHER PARAMETERS**

**Danylo Ivantyshyn<sup>1</sup>, Yevhen Burov<sup>2</sup>**

Lviv Polytechnic National University,  
Information Systems and Networks Department, Lviv, Ukraine  
<sup>1</sup> E-mail: danylo.ivantyshyn@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1530-3026  
<sup>2</sup> E-mail: yevhen.v.burov@lpnu.ua, ORCID: 0000-0001-8653-1520

© *Ivantyshyn D.-N., Burov Ye. 2023*

**An analysis of the helio- and geo-activity subject area has been carried out, which become a ground for the main essences of space weather indices, their attributes and connections between them were determined. An ER-diagram was constructed and a logical scheme of the database of the intelligent system for the research of space weather parameters was developed. The scientific novelty of the obtained results relies on the development of a database model of an intelligent system for the research of space weather parameters. The practical significance of the obtained results lies in the possibilities of filling the database on manifestations of solar activity, their processing, analysis and establishment of connections between indicators of helio- and geoactivity.**

**Key words: intelligent system database; database modeling; solar activity; solar-terrestrial connections.**