

УДК 52:550.380]:004.9

## **КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ОДИН ІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОКОСМОСУ**

Беда С. І., Уколов Д.В.

Науковий керівник – к.ф.-м.н., доц. Коваленко О.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. Фізики  
м. Харків, Україна  
тел. +38(096)400-65-08.

The study of geospace occupies a prominent place among the development of modern science nowadays. The Earth's electromagnetism is responsible for the emergence and preservation of geophysical laws, climatic and biospheric transformations, and geospace actually describes a special mechanism of interaction of the Earth's own magnetic field with the external cosmic electromagnetic environment, with the help of which the gas-plasma shells of the Earth were formed. The work describes some methods of geospace research, in particular, the usage of robotic devices and the samples from the surfaces of other planets.

Нещодавно в науці з'явився новий термін, який має назву геокосмос, або ж навколоземний простір. Він включає в себе всі газоплазмові оболонки Землі, тобто атмосферу, іоносферу і магнітосферу, а також описує особливий механізм взаємодії власного магнітного поля Землі із зовнішнім космічним електромагнітним середовищем, за допомогою якого ці оболонки сформувалися. З космічними потоками речовини та енергії в першу чергу зустрічаються дві зовнішні сфери (магнітосфера та іоносфера), далеко віддалені від поверхні нашої планети.

Дослідження геокосмосу є важливим напрямком у розвитку науки та техніки, що займається вивченням космічного простору навколо Землі. Дистанційне зондування передбачає використання інструментів для збору даних про особливості поверхні небесних тіл без їх фізичного відвідування. Робототехнічні дослідження передбачають використання роботизованих космічних кораблів для збору даних про поверхню та внутрішню частину небесних тіл. Крім цього, за допомогою супутників ми можемо отримати дані про стан космічного простору навколо Землі в реальному часі та дослідити його структуру та процеси, що відбуваються там. До місій з повернення зразків належить збір зразків гірських порід і ґрунту з небесних тіл та їх повернення на Землю для аналізу. У той же час аналіз на місці передбачає використання приладів на космічному кораблі для збору даних про хімічні та фізичні властивості небесних тіл, коли космічний корабель знаходиться на поверхні.

Комп'ютерне моделювання також є одним із важливих інструментів вивчення геокосмосу. Воно дозволяє створювати віртуальні моделі космічних систем та процесів для вивчення їх фізичних властивостей та

для симуляції процесів та явищ. Комп'ютерні моделі можуть використовуватися для дослідження руху космічних об'єктів, процесів у Сонячній системі, формування планет та зірок, для підтвердження гіпотез.

Одним із прикладів застосування комп'ютерного моделювання у космічних дослідженнях є моделювання руху планет та супутників. Вчені можуть використовувати комп'ютерні моделі, щоб прогнозувати, як зміниться орбіта планети чи супутника у майбутньому і як вона взаємодітиме з іншими об'єктами у космічному просторі.

Пропонуємо до уваги деякі проекти, які використовуються в цій сфері:

1. Universe Sandbox. Це програма, яка дозволяє користувачам створювати власні симуляції космічних об'єктів, включаючи планети, зірки і галактики.

2. SPICE. Використовується для моделювання та аналізу космічних місій.

3. NASA JPL HORIZONS: Це база даних, яка містить точні орбітальні елементи для всіх планет, супутників та комет у нашій сонячній системі.

4. Orbiter Space Flight Simulator: Це програма, яка дозволяє користувачам симулювати польоти в космосі, включаючи запуск ракет, орбітальні маневри та посадки на інших планетах.

Комп'ютерне моделювання також використовується для вивчення еволюції галактик та формування чорних дір, для відтворення процесів, що відбуваються у космічному просторі, та визначення того, як саме гравітація та інші сили впливають на формування та еволюцію галактик. Розглянемо деякі програми, які дозволяють цим займатися:

1. Illustris: Це проект, який створив комп'ютерну симуляцію формування галактик від Великого вибуху до сьогодення.

2. GADGET: Це програмне забезпечення, яке використовується для моделювання еволюції галактик та структури Всесвіту.

3. TNG50: Це проект, який використовує суперкомп'ютери для моделювання галактик у космологічній симуляції.

4. RAMSES: Це програма, яка використовується для моделювання гравітаційної взаємодії газу, зірок та темної матерії у галактиках.

Список використаних джерел:

1. Фернісс, Т. (2009) Дослідження космосу: історія та майбутнє. Темпора

2. Otsuka, Y., Shiokawa, K., Ogawa, T., Wilkinson, P. (2004) Geomagnetic conjugate observations of medium scale traveling ionospheric disturbances at midlatitude using all sky airglow imagers. Geophys. Res. Lett., (31), <https://doi.org/10.1029/2004GL020262>