

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0223U001449

Державний реєстраційний номер: 0120U102322

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 28-01-2023

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 3

Назва етапу: Порівняльний аналіз мікроструктур поверхонь Місяця і астероїдів.

Початок етапу: 01.2022

Закінчення етапу: 12.2022

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Код за ЄДРПОУ: 02071205

Місцезнаходження: майдан Свободи, 4, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61022, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380577051247

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Міністерство освіти і науки України

Код за ЄДРПОУ: 38621185

Місцезнаходження: просп. Перемоги, 10, м. Київ, Київська обл., 01135, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Кабінет Міністрів України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380444813221

VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

Підстава для проведення ДіР: 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

Напрямок фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 2201040

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 965.685
--

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Фізичні властивості реголітів поверхонь тіл Сонячної системи.

Назва роботи англійською:

Physical properties of planetary regoliths of Solar system bodies.

Реферат українською:

Проведений аналіз наявного обсягу даних космічної орбітальної спектрофотометрії для астероїдів (101955) Бенну, (162173) Рюгу, ядра комети 67P/Churyumov-Gerasimenko отриманих космічними апаратами OSIRIS-REx, HAYABUSA-2 та Rosetta. Показано, що застосування методу фазових відношень до поверхонь малих за розміром тіл (сотні метрів – перші кілометри у діаметрі), реголіт яких суттєво відрізняється від реголіту Місяця за розподілом частинок за розмірами, та вирізняється відсутністю частинок мікронних розмірів, потребує надзвичайно точного врахування топографії, із переходом від моделі рельєфу до моделей окремих каменів, адже саме каміння є домінуючим елементом мікрорельєфу цих тіл. Проаналізовано вплив розміру зерен місячного реголіту на поведінку фазової кривої, використовуючи дані карт розподілу середнього розміру зерен реголіту, отриманого за даними спостережень лінійної поляризації та фотометричних даних LROC WAC у спектральному каналі 0.604 мкм. Показано, що в межах похибок спостережних даних в області 0о – 6о нахил фазової залежності не корелює із діаметром частинок, у діапазоні до 20о фазова крива суттєво контролюється лише рівнем альbedo. Зроблено висновок, що вплив когерентного зворотного розсіювання між окремими частинками для поверхні Місяця є мінімальним, навіть на малих фазових кутах. Досліджено поверхні IMP у кратерах Місяця за даними LROC NAC методом фазових відношень. Просторові розподіли спектральних індексів вказують на наявність порівняно невеликого експозиційного віку у IMP із відмінностями у хімічному складі, що вказує на оновлення поверхні із відслоненням підповерхневих структур, тобто локальне переміщення реголіту

Реферат англійською:

The analysis of the available volume of space orbital spectrophotometry data for the asteroids (101955) Bennu, (162173) Ryugu, the nuclei of comet 67P/Churyumov-Gerasimenko obtained by the OSIRIS-REx, HAYABUSA-2 and Rosetta spacecraft was carried out. It was shown that the application of the method of phase ratios to the surfaces of small-sized bodies (hundreds of meters – the first kilometers in diameter), the regolith of which differs significantly from the regolith of the Moon in the distribution of particles in size, and is differentiated by the absence of particles of micron sizes, requires extremely accurate consideration of topography, with the transition from the relief model to the models of individual stones, because it is the stones that are the dominant element of the microrelief of these bodies. The influence of the grain size of the lunar regolith on the behavior of the phase curve is analyzed using data from the distribution maps of the average size of the regolith grains obtained from linear polarization observations and LROC WAC photometric data in the spectral channel of 0.604 microns. It is shown that within the errors of the observational data in the region 0о – 6о the slope of the phase dependence does not correlate with the diameter of the particles, in the range up to 20о the phase curve is significantly controlled only by the level of albedo. It was concluded that the effect of coherent reverse scattering between individual particles for the surface of the Moon is minimal, even at small phase angles. IMP surfaces in the Moon's craters were investigated according to LROC NAC by phase ratios. Spatial distributions of spectral indices indicate the presence of a relatively small exposure age in IMP with differences in chemical composition, indicating surface renewal with subsurface outcrop structures, i.e. local regolithic movement. Distributions of optical characteristics (color indicators, brightness) of six selected surface areas of the aster

Індекс УДК: 523.3/.6-1:629.78, 523.3

Коди тематичних рубрик:89.51.25

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Шкуратов Юрій Григорович

Науковий ступінь: д. ф.-м. н.

Вчене звання: член-кор.

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)

Назва НТП українською: Оригінальний метод дистанційного дослідження варіацій мікроструктури реголіту поверхонь космічних тіл за допомогою аналізу фотометричної функції поверхонь, що отримав назву «метод фазових відношень». Цей метод дає можливість виявлення аномалій поверхні різноманітного походження. Надійність методу доведена детектуванням змін поверхневого шару реголіту. Оновлені і удосконалені, враховуючи специфіку космічних досліджень поверхонь астероїдів, фотометричні моделі і алгоритми для редукції і аналізу космічних зображень Місяця та астероїдів

Назва НТП англійською: The original method of remote study of variations in the microstructure of the regolith of surfaces of cosmic bodies by analyzing the photometric function of surfaces, called the "phase ratio method". This method makes it possible to identify surface anomalies of various origins. The reliability of the method has been proven by detecting changes in the surface layer of the regolith. Updated and improved, taking into account the specifics of space research on asteroid surfaces, photometric models and algorithms for reducing and analyzing cosmic images of the Moon and asteroids.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Програмні продукти

Галузь застосування: Дослідження та розробки в галузі природничих і технічних наук

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Розроблені нові методи коректного урахування локальних варіацій освітлення та спостереження довільних точок поверхні астероїдів, зокрема алгоритм урахування карт висот для корекції паралактичних зсувів. Удосконалені методи визначення глобальних характеристик поверхонь за даними наземних спостережень фазових залежностей блиску і поляризації. Методи мають безпосереднє відношення до дистанційного зондування поверхонь за допомогою аерокосмічних засобів. Аномалії залежності яскравості будь-якої планетної поверхні, у тому числі Землі, від фотометричних умов пов'язані зі змінами шорсткості поверхні. Це зміни структури поверхні можуть бути пов'язані з чинниками антропогенного/техногенного походження (падіння та вибухи снарядів, зсуви ґрунтів, селі, каменепади і т.п.). Таким чином, алгоритми фотометричної корекції і пошуку фотометричних аномалій, удосконалені і апробовані у проекті, можуть бути використані для детектування змін структури поверхні антропогенного/техногенного походження.

Соціально-економічна спрямованість НТП: підготовка спеціалістів в галузі астрономії та космічних досліджень

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу:

Закінчення етапу:

Споживачі продукції: Радіоастрономічний інститут НАН України, Головна астрономічна обсерваторія НАНУ, Національна космічна агенція України, Космічні агенції та установи ЄС

Перспективні ринки: Україна, країни ЄС, США, Великобританія, Канада, Південна Корея, Індія, Китай

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану:

Техніко-економічне обґрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

1. Jeong M., Choi Y.-J., Kim S. S., Shkuratov Y. G. Grain size dependence of brightness phase curves of the lunar surface. *Journal of Geophysical Research: Planets*, 125, e2019JE006164, 2020.
<https://doi.org/10.1029/2019JE006164>
2. Grynko Y., Shkuratov Y., Förstner J. Light backscattering from large clusters of densely packed irregular particles, *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, Volume 255, 2020, 107234,
<https://doi.org/10.1016/j.jqsrt.2020.107234>
3. Kartashova A., Golubaev A., Mozgova A., Chuvashov I., Bolgova G., Glazachev D., Efremov V. Investigation of the Ozerki meteoroid parameters. *Planet. Space Sci.* 2020., V. 193, article id. 105034,
<https://doi.org/10.1016/j.pss.2020.105034>
4. T. Hromakina, I. Belskaya, Yu. Krugly, V. Rumyantsev, O. Golubov, I. Kyrylenko, O. Ivanova, S. Velichko, I. Izvekova, A. Sergeyev, I. Slyusarev, I. Molotov. (2021). Small Solar System objects on highly inclined orbits. *Astronomy and Astrophysics*. Vol. 647. A71. <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202039737>
5. Velichko S., Korokhin V., Shkuratov Yu., Kaydash V., Surkov Ye., Videen G. Photometric analysis of the Luna spacecraft landing sites. *Planetary and Space Science*, Volume 216, 2022, 105475,
<https://doi.org/10.1016/j.pss.2022.105475>
6. T Hromakina, MA Barucci, I Belskaya, S Fornasier, F Merlin, A Praet, G Poggiali, M Matsuoka . Search for carbon-bearing compounds on low-albedo asteroids *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 514 (1), 21-33
7. Slyusarev I.G. Are large families in the main belt homogeneous? *Astronomy in Focus* XXX, presented at IAU XXX General Assembly, Vienna, Austria. *Proceedings of the IAU*, 2020, pp. 21-22, 2020 DOI: 10.1017/S1743921319003296
8. Dmitriy Stankevich, Yuriy Shkuratov, Chae Kyung Sim, Minsup Jeong, Young-Jun Choi, Sungsoo S. Kim, Gorden Videen. Light scattering by media consisting of Maxwell 3-foci concave particles in the geometrical optics approximation. *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer* 296 (2023) 108457. Available online 8 December 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jqsrt.2022.108457>
9. Rachael M. Marshal, Ottaviano Rüşch, Christian Wöhler, Kay Wohlfarth, Sergey Velichko. Photometry of LROC NAC resolved rock-rich regions on the Moon, *Icarus*, 2022, 115419, <https://doi.org/10.1016/j.icarus.2022.115419>
10. Yehor Surkov, Yuriy Shkuratov, Yong-Le Pan, Aimable Kalume, Joshua Santarpia, Evgenij Zubko, Yongxiang Hu, Gorden Videen. Light scattering from spiral particles, *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, 2023, 108494, ISSN 0022-4073, <https://doi.org/10.1016/j.jqsrt.2023.108494>.
11. Carry, B., Thuillot, W., Spoto, F., ... Krugly, Y. N. et al. 2021. Potential asteroid discoveries by the ESA Gaia mission. Results from follow-up observations. *Astronomy and Astrophysics* 648, A96, 9 p. (2021).
<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202039579>.

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Катрич Віктор Олександрович

д. ф.-м. н.

Перелік осіб-виконавців

Бельська Ірина Миколаївна

(д. ф.-м. н.)

Величко Сергій Федорович

(к. ф.-м. н.)

Вовк Володимир Іванович

Воробйова Наталія Олексіївна,

Голубаєв Олександр Володимирович

(к. ф.-м. н.)

Довгопол Анатолій Іванович

Кайдаш Вадим Григорович

(к. ф.-м. н.)

Корохін Віктор Валентинович

(к.ф.-м.н., 01.03.03)

Круглий Юрій Миколайович

(к. ф.-м. н.)

Марченко Геннадій Петрович

Міхальченко Ольга Іванівна

Опанасенко Микола Вікторович,

(к. ф.-м. н.)

Псарьов Володимир Олександрович

(к. ф.-м. н.)

Слюсарев Іван Григорович

(к. ф.-м. н.)

Сурков Єгор Сергійович

Відповідальний за підготовку

Гречко О.В.

облікових документів

Телефон

+38 (099) 185-29-33

Реєстратор

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**

