

Автор:

Коріков Арсеній Олександрович
учень 10-А класу Ліцею «Домінанта»
Дніпровського району м. Києва

Педагогічний керівник:

Вчитель фізики Ліцею «Домінанта»
Дніпровського району м. Києва
Авраменко Ірина Альвінівна

ДОСЛІДЖЕННЯ ДАЛЕКИХ ЕКЗОПЛАНЕТ ТА ГРАВІТАЦІЇ НА НИХ

Анотація. Дослідницьку роботу присвячено дослідженню екзопланет на наявність умов, необхідних для життєдіяльності людини. Метою дослідження є ознайомлення з землеподібними екзопланетами, розгляд різних методів спостереження за ними, ознайомлення з поняттями гравітації, мікрогравітації і методами визначення прискорення вільного падіння на екзопланетах. Об'єктом дослідження є екзопланети, телескопи та гравітаційні показники. Предметом дослідження є умови придатності екзопланет до життя. Інформаційною базою роботи є статті з астрономії, фізики, шкільний посібник з фізики. Результатом дослідження є теоретична база про екзопланети та гравітацію, а також комп'ютерна модель кривої яскравості зорі під час транзиту.

Ключові слова: Екзопланети, зорі, гравітація, маса, радіус, життя, моделювання, програмування.

Основна частина. Людство ще з давніх часів замислювалося про те, чи дійсно наша планета є єдиною в усьому Всесвіті, на якій присутнє життя. Так, ще в Стародавній Греції філософ Демокріт припускав існування життя на інших планетах поза Сонячною системою. Перші екзопланети почали відкривати в другій половині ХХ ст. Перші землеподібні екзопланети знайшли на початку ХХІ ст. З того часу астрономи намагаються відшукати «двійника Землі», на якому умови перебування були б майже такими ж, як і на нашій планеті. Таке відкриття стало б важливим етапом у розвитку астрофізики й не лише.

Задля виконання дослідження були поставлені такі завдання:

1. Розглянути історію та сучасність вивчення екзопланет.
2. Розглянути й проаналізувати найвідоміші екзопланети.
3. Оглянути сучасні телескопи.
4. Визначити основні способи проведення спостережень за планетами.
5. Ознайомитися з поняттями гравітації та мікрогравітації.
6. Отримати теоретичну базу для обчислення прискорення вільного падіння.
7. Провести моделювання кривої яскравості зорі під час транзиту.

Окремо варто розглянути питання актуальності вивчення гравітації як одного з основоположних чинників, що визначають вірогідність виявлення життя. Гравітація – це фундаментальна взаємодія між тілами у Всесвіті, що полягає в їх притяганні. Існують дві основні теорії гравітації: класична (також «ньютонівська») теорія гравітації, а також більш сучасна релятивістська теорія гравітації Альберта

Ейнштейна, що виникла після формування загальної теорії відносності (ЗТВ). Зазвичай дію гравітації на поверхні екзопланети характеризує прискорення вільного падіння. Для його обчислення треба знайти масу та радіус відповідної планети. Існує кілька методів пошуку цих величин, однак найпоширеніший базується на ефекті Доплера. Унаслідок нього спектральні хвилі, викликані джерелом, зміщуються в блакитний бік при наближенні джерела, а при його віддаленні – у червоний бік.

Окремим пунктом розглянуто поняття мікрогравітації, оскільки вона сильно змінює чимало процесів відносно того, як вони відбуваються на поверхні Землі. Наприклад, через відсутність гравітаційної конвекції – руху рідин залежно від їх густини й температури – виникають проблеми з подачею рідкого палива на станції. Частинки пилу не осідають, тому вони накопичуються в електроніці й призводять до збоїв. Полум'я має непередбачувану поведінку, через що пожежі стають надзвичайно небезпечними. У живих організмах атрофуються м'язи, виникає синдром космічної адаптації – патологічний стан, за якого вестибулярний апарат не може звикнути до умов; проявляється подібно до морської хвороби.

Як практичну частину в ході дослідження змодельовано криву яскравості зорі під час транзиту її екзопланетою. Воно виконувалося за допомогою написання коду програми в середовищі Google Colab, що дозволяє працювати без встановлення додаткового програмного забезпечення. Код був написаний мовою програмування Python. У результаті моделювання отримано таку криву:

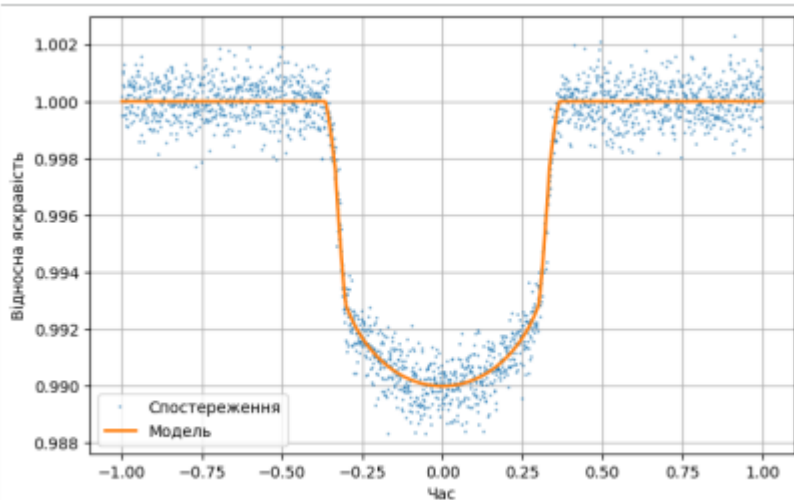


Рис. 1. Моделювання кривої яскравості зорі під час транзиту

Висновок. Подане дослідження довело, що гравітація відіграє надважливу роль серед чинників творення життя на екзопланетах. До того ж, моделювання демонструє, що поєднання методів класичної фізики та сучасних ІТ-інструментів відкриває нові можливості для ідентифікації потенційно населених світів, що може бути корисним для подальших досліджень потенційно придатних для життя екзопланет.

Список використаних джерел

1. Dunlop S. Astronomy: A Step-By-Step Guide to the Night Sky. — New York : Collier Books, 1985. — 192 с.

2. Area between two intersecting circles calculator : [Електронний ресурс]. — Calculator Academy. — URL: <https://calculator.academy/area-between-two-intersecting-circlescalculator/>.
3. Limb darkening : [Електронний ресурс]. — Wikipedia. — URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Limb_darkening.
4. What is a planet? : [Електронний ресурс]. — NASA Science. — URL: <https://science.nasa.gov/solar-system/planets/what-is-a-planet/>.
5. Джордано Бруно : [Електронний ресурс]. — Вікіпедія. — URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Джордано_Бруно.
6. Gas giant planets : [Електронний ресурс]. — NASA Science. — URL: <https://science.nasa.gov/exoplanets/gas-giant/>.
7. Sudarsky's gas giant classification : [Електронний ресурс]. — Wikipedia. — URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Sudarsky%27s_gas_giant_classification.
8. Planet types : [Електронний ресурс]. — NASA Science. — URL: <https://science.nasa.gov/exoplanets/planet-types/>.
9. Neptune-like planets : [Електронний ресурс]. — NASA Science. — URL: <https://science.nasa.gov/exoplanets/neptune-like/>.
10. Надземля : [Електронний ресурс]. — Вікіпедія. — URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Надземля>.
11. Super-Earths : [Електронний ресурс]. — NASA Science. — URL: <https://science.nasa.gov/exoplanets/super-earth/>.
12. Super-Earth : [Електронний ресурс]. — Wikipedia. — URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Super-Earth>.
13. Terrestrial planets : [Електронний ресурс]. — NASA Science. — URL: <https://science.nasa.gov/exoplanets/terrestrial/>.
14. Зона, придатна для життя : [Електронний ресурс]. — Вікіпедія. — URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Зона,_придатна_для_життя.
15. Астрономи виявили магнітне поле навколо екзопланети земного типу : [Електронний ресурс]. — The Alpha Centauri. — URL: <https://thealphacentauri.net/133623-astronomiviyavili-magnitne-pole-navkolo-ekzoplaneti-zemnogo-tipu/>.
16. Lanza A. F. та ін. Star-planet magnetic interaction : [Електронний ресурс]. — Astronomy & Astrophysics, 2012. — URL: https://www.aanda.org/articles/aa/full_html/2012/03/aa17868-11/aa17868-11.html.
17. Microgravity condition : [Електронний ресурс]. — ScienceDirect Topics. — URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/microgravity-condition>.
18. Метод Доплера : [Електронний ресурс]. — Вікіпедія. — URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Метод_Доплера.
19. YZ Кита : [Електронний ресурс]. — Вікіпедія. — URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/YZ_Кита.
20. K2-18 b : [Електронний ресурс]. — NASA Exoplanet Catalog. — URL: <https://science.nasa.gov/exoplanet-catalog/k2-18-b/>.
21. Carbon found in habitable-zone exoplanet : [Електронний ресурс]. — University of Cambridge. — URL: <https://www.cam.ac.uk/stories/carbon-found-in-habitable-zoneexoplanet>.
22. Екзопланета : [Електронний ресурс]. — Вікіпедія. — URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Екзопланета>.
23. Метан : [Електронний ресурс]. — Вікіпедія. — URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Метан>.

24. Kepler-442 b : [Електронний ресурс]. — NASA Exoplanet Catalog. — URL: <https://science.nasa.gov/exoplanet-catalog/kepler-442-b/>.
25. Kepler-442b, l'exoplanète la plus semblable à la Terre : [Електронний ресурс]. — La Terre du Futur. — URL: <https://www.laterredufutur.com/accueil/l'exoplanete-la-plus-semblablea-la-terre-kepler-442b/>.
26. Перенаселення : [Електронний ресурс]. — Вікіпедія. — URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Перенаселення>.
27. 10 things about exoplanets : [Електронний ресурс]. — NASA Science. — URL: <https://science.nasa.gov/universe/exoplanets/10-things-exoplanets-101-2/>.
28. Exoplanet facts : [Електронний ресурс]. — NASA Science. — URL: <https://science.nasa.gov/exoplanets/facts/>.
29. Гравітація : [Електронний ресурс]. — Енциклопедія сучасної України. — URL: <https://esu.com.ua/article-26797>.
30. Гравітація : [Електронний ресурс]. — Fизyka.ua. — URL: <https://www.fizyka.ua/post/gravitatsiya>.
31. Курс фізики : [Електронний ресурс]. — Запорізький національний університет. — URL: <https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi60/0044251.pdf>.
32. Гравітаційна хвиля : [Електронний ресурс]. — Вікіпедія. — URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Гравітаційна_хвиля.
33. Finding the mass of an exoplanet : [Електронний ресурс]. — Georgia State University. — URL: https://www.astro.gsu.edu/lab/Supplemental_labs/supplemental_labs_files/exoplanets/Exoplanet_writeup.pdf.
34. Променева швидкість : [Електронний ресурс]. — Вікіпедія. — URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Променева_швидкість.
35. Mass of an exoplanet from radial velocity : [Електронний ресурс]. — Royal Museums Greenwich. — URL: <https://www.rmg.co.uk/sites/default/files/import/media/pdf/P16%20Mass%20of%20an%20Exoplanet%20from%20Radial%20Velocity.pdf>.
36. Закони Кеплера : [Електронний ресурс]. — Вікіпедія. — URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Закони_Кеплера.
37. Radius and volume of exoplanets : [Електронний ресурс]. — Royal Museums Greenwich. — URL: <https://www.rmg.co.uk/file/2296/download>.
38. Habitable Worlds Catalog : [Електронний ресурс]. — Planetary Habitability Laboratory. — URL: <https://phl.upr.edu/hwc>.
39. What is microgravity? : [Електронний ресурс]. — NASA Glenn Research Center. — URL: <https://www.nasa.gov/centers-and-facilities/glenn/what-is-microgravity/>.
40. International Space Station : [Електронний ресурс]. — Wikipedia. — URL: https://en.wikipedia.org/wiki/International_Space_Station.