

Бабіч Є.М.¹, Співак О.А.¹, Козленко О.В.², Якуніна Н.О.²

*¹Політехнічний ліцей НТУУ «КПІ» імені Ігоря Сікорського, Київ,
пр.Берестейський 37, email: evgenbabic9@gmail.com*

*²Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр.Берестейський 37,
email: nyanata@gmail.com*

ШТУЧНА ГРАВІТАЦІЯ В КОСМОСІ

***Анотація.** В роботі розглядається вивчення гравітації та способи створення штучної гравітації. Показано, що найбільш вигідним є створення штучної гравітації за рахунок відцентрової сили.*

***Abstract.** The study of gravity and methods of creating artificial gravity are considered. It is shown that the most profitable is the creation of artificial gravity due to centrifugal force.*

***Ключові слова:** гравітація, відцентрова сила, прискорення вільного падіння.*

***Key words:** gravity, centrifugal force, acceleration of free fall.*

У сучасних дослідженнях космосу активно обговорюються та розробляються методи створення штучної гравітації.

Гравітація – це сила взаємодії мас між собою, яка притягує тіла одне до одного. Ісаак Ньютон, один із найвидатніших учених, зробив значний внесок у наше розуміння гравітації. Наприкінці XVII століття Ньютон сформулював закони руху, які заклали основу класичної механіки. Ці закони описують взаємозв'язок між рухом об'єкта і силами, що діють на нього. Згідно з теорією Ньютона, кожна частинка матерії у Всесвіті притягує будь-яку іншу частинку з силою, прямо пропорційною добутку їхніх мас і обернено пропорційною квадрату відстані між ними. Ця революційна ідея забезпечила математичну основу для пояснення спостережуваних рухів небесних тіл і проклала шлях до нової ери наукових досліджень. Незважаючи на свою революційність, теорія гравітації Ньютона з роками стикалася з проблемами. Вчені помітили розбіжності між передбаченнями законів Ньютона та спостережуваними рухами певних небесних тіл. Ці розбіжності створили підґрунтя для нової теорії, яка ще більше змінила б наше розуміння

сили гравітації. Загальна теорія відносності, запропонована Альбертом Ейнштейном у 1915 р., ознаменувала зміну парадигми в нашому розумінні гравітації. Теорія Ейнштейна розширила ньютонівські закони руху і гравітації, включивши в них ефекти прискорення і неінерціальні системи відліку. В основі загальної теорії відносності лежить принцип відповідно до якого викривлення простору-часу визначається розподілом матерії та енергії в ньому. Це викривлення, в свою чергу, впливає на рух об'єктів, змушуючи їх рухатися викривленими траєкторіями в присутності гравітаційних полів. Загальна теорія відносності дала більш точний опис спостережуваних рухів небесних тіл і успішно пояснила аномалії, які створювали виклик теорії Ньютона. Хоча загальна теорія відносності була революційною, вона потребувала експериментального підтвердження. Одним із відомих експериментів, який підтвердив положення загальної теорії відносності, було вимірювання відхилення зоряного світла, що проходило поблизу Сонця під час повного сонячного затемнення. У 1919 р. під час сонячного затемнення сер Артур Еддінгтон очолив експедицію для спостереження за викривленням зоряного світла, коли воно проходило поблизу Сонця. Спостережуване відхилення збіглося з передбаченнями загальної теорії відносності, що стало вагомим доказом теорії Ейнштейна.

Ще одним експериментальним підтвердженням стало вивчення гравітаційних хвиль. 2015 р. лазерна інтерферометрична обсерваторія гравітаційних хвиль (LIGO) здійснила перше пряме спостереження гравітаційних хвиль – пульсацій у просторі-часі, спричинених прискоренням масивних об'єктів. Виявлення гравітаційних хвиль підтвердило ще одне передбачення загальної теорії відносності та продемонструвало неймовірну точність сучасних наукових інструментів.

Космічні кораблі потребують штучної гравітації, але створити її не так просто. Однак у нас є декілька варіантів реалізації цієї технології. Астронавти регулярно відчують переривчасті лінійні прискорення під час польоту. Це не є штучною гравітацією, а є побічними ефектами польоту в космос. Під штучною гравітацією розуміють стійку силу, створену за допомогою технологій. Нині не розроблено та не впроваджено жодного практичного вирішення цієї проблеми. В основному це пов'язано з необхідними розмірами та вартістю доставки компонентів у космос. Якби ми могли розробити системи штучної гравітації, то теоретично змогли би продовжити перебування людини в умовах низької гравітації на невизначений термін. Це,

звичайно, буде залежати від вирішення інших проблем, таких як харчування та соціальна взаємодія. Штучна гравітація усуне або, принаймні, пом'якшить несприятливі наслідки для здоров'я від низької або нульової гравітації для організму людини.

Є декілька способів для створення штучної гравітації:

1. Відцентрова сила замість гравітації. По суті, це рішення пропонує використовувати циліндр, тор або сферу, що обертаються. Вони імітуватимуть ефекти гравітації, які створюють масивні об'єкти, такі як планети. Принцип полягає у створенні відцентрової сили, яка притискає астронавтів до зовнішнього краю секції станції, що обертається. Змінюючи радіус і швидкість обертання, можливо безпосередньо впливати на моделювання сили «гравітації».

2. Лінійне прискорення не створює гравітацію у звичному сенсі, оскільки вони є різними фізичними явищами. Проте існує цікава подібність між лінійним прискоренням і гравітацією, що проявляється у межах принципу еквівалентності, запропонованого Альбертом Ейнштейном.

Для тривалих космічних подорожей штучна гравітація є важливою. Одним із варіантів, який ми пропонуємо – це інерційний. Ідея створити модель корабля, навколо якого в центральній частині зовнішнє кільце буде обертатися і за рахунок цього буде створюватися штучна гравітація. Модель корабля з кільцем представлено на рис. 1 а, б. За підрахунками для нормального почуття та життєвих показників космонавтів частота обертання, приблизно 15 Гц, має створювати штучну гравітацію, щоб прискорення вільного падіння становило не менше половини від земного, тобто $4,4 \text{ м/с}^2$.

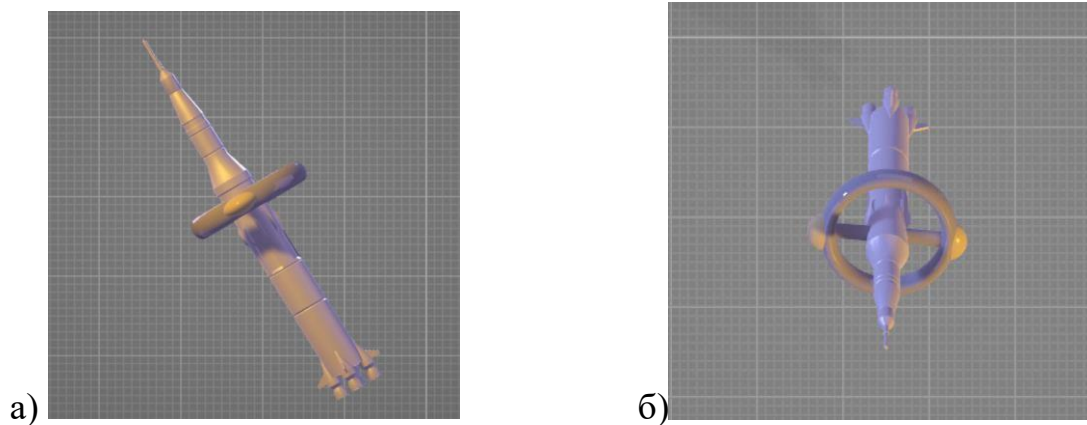


Рис. 1. Модель корабля а) вид збоку, б) вид спереду

Другий варіант – створення штучної гравітації за рахунок відцентрової сили, яка буде виникати при обертанні основного корпусу за

рахунок зміни кута нахилу сопел. Даний варіант створення штучної гравітації є більш економічним з точки зору енергетичних витрат порівняно з першим варіантом. Якраз для того, щоб зменшити витрати енергоресурсів, сопла ракети повинні мати невеликий кут нахилу, до 5° , що дасть можливість штовхати корабель уперед і одночасно створювати обертальний момент. А оскільки в космосі вакуум, то сила тертя не буде впливати, обертальний рух триватиме довго, що створить штучну гравітацію.

Тому ми пропонуємо варіант створення штучної гравітації за рахунок відцентрової сили. Розрахунки показують, що цей варіант є найбільш ефективним. Ефект відцентрової сили виникає за рахунок зміни градусу направлення сопла та імпульсної подачі палива.

Зміна градусу сприяє обертанню основного корпусу корабля з визначеною кількістю обертів на секунду, а саме для створення достатніх умов для існування та комфортного перебування тіла людини у космосі $21,46 \text{ Гц}$ і g , тобто прискорення вільного падіння, буде дорівнювати 4 м/с^2 .

При створенні такого корабля людству буде відкрито нові можливості для подорожі на далекі відстані, але залишиться обмеженість лише сонячною системою.

ЛІТЕРАТУРА

- [1]. Штучна гравітація перестає бути фантастикою. Режим доступу: <https://www.volynnews.com/messages/shtuchna-hravitatsiia-perestaye-buty-fantastykoiu-video/>
- [2]. Японці представили концепцію космічної бази зі штучною гравітацією. Режим доступу: <https://www.ukrinform.ua/rubric-technology/3526757-aronci-predstavili-koncepciu-kosmicnoi-bazi-zi-stucnou-gravitacieu.html/>