ТЕЗИ

науково-дослідницької роботи

«Нагрівання поверхні Марса за рахунок надходження сонячної радіації вночі»

учня 10-А класу Криворізького Центрально-Міського ліцею

Аннаєва Данііла Дмитровича

Науковий керівник: Бондарчук Тетяна Вікторівна

На фоні зростання інтересу щодо колонізації Марса та створення космічних програм щодо втілення цієї ідеї в життя виникає проблема, зумовлена погодними умовами Марсу.

Влітку на екваторі поверхня Марса вдень нагрівається в середньому до 20° С, що є цілком нормальною температурою для земних жителів. Але внаслідок холодної ночі поверхня охолоджується до неймовірно низьких температур, внаслідок чого створити стабільну екосистему на Марсі унаслідок різких перепадів температур неможливо.

 Підняття температури внаслідок надання сонячної радіації вночі може врегулювати температуру та встановити набагато менш різкий клімат Марсу, який в подальшому буде придатний до створення екосистеми.

 **Метою** моєї роботи є розробка дзеркала-супутника Марсу, яке б відбивало сонячне світло та за рахунок лінз розсіювало б це світло над поверхнею планети вночі, що спричинило б стабілізацію добової температури.

 **Актуальність** полягає у проблемі колонізації Марса, а точніше неможливості створення екосистеми без встановлення стабільного температурного режиму.

 **Завдання:**

* розробити проект штучного супутника - дзеркала Марса,
* побудувати траєкторію руху,
* зробити комп’ютерну симуляцію,
* вирахувати вартість даного проекту та його ефективність.

Об’єктом дослідження є підвищення температури атмосфери Марса за рахунок дзеркала-супутника, предметом дослідження

**Методи дослідження**: теоретичні (аналіз наукових джерел) та практичні ( обчислення параметрів та характеристик проекту).

Найбільш вигідним місцем для колонізації Марса з точки зору температури на планеті є екватор, на якому температури найвищі і сезонність клімату виражена найменше (все ж таки внаслідок достатньо значного ексцентриситету пори року є й на екваторі).

Ідея проекту - створення дзеркала-супутника, який являв би собою кругле дзеркало певного радіусу та обертався навколо Марса, освітлюючи відбитим сонячним світлом поверхню планети вночі, тим самим відбиваючи не лише видиме людському оку випромінювання, а й невидиме, адже спектральний діапазон сонячного світла дуже широкий – від радіохвиль до рентгенівських променів. Таким чином, сонячна радіація забезпечувала б нагрівання поверхні Марса вночі. Для супутника підібрана влучна назва «Solar Reflector»

Супутник можна буде запустити як з поверхні Марса, так і з поверхні Землі, але раціональніше буде робити запуск з поверхні Землі, адже збірку деталей апарату значно простіше буде проводити на рідній планеті. Крім того, для запуску знадобиться пальне і космодром, які є поки що лише на Землі. Тож в роботі буде розглянутий лише випадок при запуску з Землі.

Для того, щоб супутник освітлював необхідну ділянку ( у даному випадку - півкулю ) необхідно, щоб він рухався спеціальною траєкторією. Таким чином потрібно, щоб супутник був постійно повернутий до планети однією стороною, а саме дзеркалом, і нібито “відстежував” певну точку на екваторі. Таке можливе, якщо змусити супутник рухатися геостаціонарною орбітою.

Саме дзеркало супутника повинно бути виконано з матеріалу, який буде мати максимально можливе альбедо за більш-менш адекватну вартість. Таким на сьогоднішній день є діелектричне дзеркало.

Діелектричне дзеркало - дзеркало, відбивні властивості якого формуються завдяки покриттю з декількох тонких шарів з різноманітних діелектричних матеріалів, що чергуються. Також, вони мають досить низьку вартість виготовлення, а також можуть забезпечити хороше відбивання в широкому діапазоні хвиль. Найрозповсюдженіший матеріал для створення такого типу дзеркал – силіций (Si). Ще одним матеріалом для виготовлення дзеркала можуть слугувати різноманітні полімерні плівки з металевим напиленням. Вони використовуються при виготовленні сонячного парусу.

Серед його переваг є надзвичайно низька товщина такої плівки – не більше декількох мікрон і низька густина матеріалу, що зменшить вагу дзеркала. Також, унаслідок гнучкості матеріалу таке дзеркало можна буде згорнути. Недоліками ж є висока вартість виготовлення, а також менше альбедо, порівняно з діелектричними дзеркалами.

На наступному етапі було обчислено радіус такої орбіти, на якій супутник не наближається до Марсу і не віддаляється від нього і крім того, постійно знаходиться над якоюсь точкою на екваторі.

Винесемо з даної формули R, тоді матимемо:$R=\sqrt[3]{\frac{G∙M\_{М}}{ω^{2}}}.$

 Вирахувавши, що $ω=\frac{2π}{T},$де T – сидеричний період обертання, що становить 24 години 37 хвилин 22 секунди, або ж 88 642 секунди. Отже:$ω=\frac{2∙π}{88 642 }=7.0883∙10^{-5}\left(^{рад}/\_{с }\right).$ Маємо наступне рівняння: $R=\sqrt[3]{\frac{6.6741∙10^{-11}∙6.4171∙10^{23}}{7.0883 ^{2}∙10^{-10}}}=20 427 526.3184 \left(м\right)≈20 427.5263 км$

 Отримавши радіус орбіти, знайшов висоту орбіти $H\_{о}$, яка становить 17 031.3263 км.

Надалі була обчислена площа дзеркала $S=π∙57.3283^{2}=10 324.951 \left(км^{2}\right).$

Таким чином, маса дзеркала сягає близько $1662∙10^{5}$ тон, що дуже багато. Крім того, оскільки дзеркало має надзвичайно велику площу, то опір повітря буде занадто високий і покинути земну орбіту буде нелегким завданням. З цього випливає, що використання діелектричного дзеркала у даному проекті не є раціональним, тому в подальшому розрахунки велись для дзеркальної полімерної плівки, яка використовується при створенні сонячного парусу.

Аналіз необхідного руху супутника:

Супутник має рухатися до Марсу за рахунок гравітаційного маневру. Тобто, приблизна траєкторія руху буде наступною:

* вихід на низьку навколоземну орбіту;
* досягнення апогею високої еліптичної орбіти «Тундра»;
* використання гравітаційного поля Землі для прискорення в напрямку Сонця;
* оберт навколо Сонця, набуття більшого прискорення при прольоті поблизу Землі набувається ще більше прискорення для руху у напрямку Марсу.
* досягнення Марсу, зупинка за допомогою двигунів, вихід на геостаціонарну орбіту за допомогою двигунів.

Слід зазначити, що схожою траєкторією рухався космічний апарат Розетта, який був запущений у березні 2004 року. Так, перший прольот мимо Землі був у березні 2005 року, а мимо Марсу – у лютому 2007, що дозволяє оцінити час польоту супутника, а саме приблизно 3 роки.

Розрахунок вартості проекту та порівняння вартості з іншими супутниками:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Назва програми | “Solar Reflector” | “Viking” | “Galileo” |
| Вартість дзеркала | 504 583$ | ― | ― |
| Вартість каркасу | 19 280 000$ | ― | ― |
| Вартість апарату | ≈16 000 000$ | ≈24 000 000$ | 227 435 000$ |
| Вартість пального | 2 893 128$ | n/d | n/d |
| Вартість двигунів | ≈2 000 000$ | n/d | n/d |
| Загальна вартість(оціночна) | 221 467 054$(86 567 054$) | 364 000 000$ | 600 000 000$ |
| Загальна вартість(фактична) | n/d | 1 000 000 000$ | 1 500 000 000$ |

Таких супутників повинно бути два для того, щоб розжарювати обидві півкулі планети. Дані супутники мають бути розташовані строго протилежно один одному, тоді ефективність буде максимальною. Інтервал між запусками сателітів буде достатнім для того, щоб використати ту ж саму ракету-носій для запуску другого супутника.