



Український науково-дослідний Центр вивчення аномалій «Зонд»

Україна, м.Київ, НТУУ «КПІ», факультет авіаційних та космічних систем
03056 вул. Боткіна 1, корпус 28, к.116

www.zond.kiev.ua, <mailto:srcaa@zond.kiev.ua>

Версія для Інтернету

Протокол Засідання Координаційної Ради №12 (262)

Київ, НТУУ «КПІ», 28 корпус
07.11.2018

Список присутніх, що зареєструвалися на засіданні:

1. Білик А.
2. Кириченко О.
3. Коваленко Є.
4. Букет А.
5. Ніколенко В.
6. Луценко Є.
7. ДеМорт М.
8. Устименко П.
9. Челомбітко О.
10. Гамалія А.
11. Тараненко Р.

1. СЛУХАЛИ: Кириченко О.Г.: Доповідь: Результати розробок автоматичного місячного зонда.

Підготовлено і представлено матеріал: «Робот для дослідження лавових трубок на поверхні Місяця та інших небесних тіл»

Колектив розробки: Бібік Д., інженер, Болтовець П. (к.б.н., ІФН НАНУ), Кириченко О. (УНДЦА “Зонд”, НТУУ «КПІ»), Радутний Р., інженер, Токарев А., інженер

Пропонується конструкція зонда для дослідження лавових трубок та інших важкодоступних місць на поверхні Місяця та інших планет. Робот оснащений одноразовими імпульсними ракетними двигунами, пересувається стрибками, малочутливий до ударів. Сукупність зондів утворює між собою мережу та служать ретрансляторами один для одного.

Лавові трубки являють собою геологічні структури у вигляді довгих тунелів природного походження, які утворилися при застиганні потоків лави. Земні лавові трубки сягають десятків метрів в діаметрі та кілометрів у довжину.

https://uk.wikipedia.org/wiki/Лавові_тунелі

Аналогічні структури виявлено на Місяці та Марсі.

<https://techno.nv.ua/ukr/popscience/vcheni-vijavili-na-misjatsi-lavovi-trubki-jaki-mozhut-vesti-do-poljarnoho-lodu-2445008.html>

Місячні лавові трубки є найбільш придатним місцем для перших колоній. Виходи з трубок легко загерметизувати, а товстий шар породи захистить від радіації та ударів мікрометеоритів.

На поточний момент деякі з місячних лавових трубок досліджені дистанційно за допомогою радарів, але безпосередніх досліджень ще не проводилось. Підходи до можливих місць проникнення в трубку захарашені уламками, простір всередині трубок також може бути непридатний для пересування техніки традиційної конструкції.

Фахівцями науковців та інженерів українських університетів та НДІ розроблено концепцію малорозмірного автономного робота-зонда нетрадиційної конструкції. Робот призначений для проникнення всередину лавової трубки й безпосереднього її дослідження.

Робот являє собою усічений ікосаедр, що складається з 20 шестигранних та 12 п'ятигранних плиток. На шестигранних плитках розміщено по одному одноразовому імпульсному ракетному двигуну на твердому паливі. На п'ятигранних плитках розміщено три відеокамери, три джерела світла, датчики радіометра, магнітометра та іншої апаратури.

Пересування робота в потрібному напрямку здійснюється за допомогою комбінації імпульсів ракетних двигунів. Робот не має власної системи орієнтації, тому вибір напрямку руху здійснюється вибором одного або кількох ракетних двигунів.

За розрахунками, в умовах місячного тяжіння кожен імпульс ракетного двигуна може забезпечити стрибок дальністю до 80-100 м, але з огляду на те, що напрям імпульсу не завжди буде ідеальним, відстань стрибка, очевидно, буде значно меншою.

В ідеальних умовах робот може здійснити до 20 стрибків, але в реальних умовах це число буде обмежене, очевидно, 10-15 стрибками.

Таких характеристик, однак, цілком достатньо для влучання у провали, що ведуть до лавових трубок, оскільки розміри деяких провалів вимірюються сотнями метрів.

Корпус робота побудовано з композитного матеріалу та заповнено піною, яка грає роль одночасно амортизатора й термоізолятора. На поточний момент для робіт з макетами використовуються пінополіуретанові наповнювачі з діапазоном термостабільності від -70 до +70°C, у подальшому планується застосувати матеріали з покращеними характеристиками.

Система управління робота побудована на основі мікроконтролера Orange Pi. З метою збільшення надійності система продубльована. Вжито заходів конструктивного захисту від космічної радіації - електронні компоненти розташовано так, щоб вони не лежали на одній прямій, і одна високоенергетична частинка не змогла б пошкодити одночасно два компоненти.

Живлення здійснюється за допомогою хімічного джерела струму. Для збільшення надійності систему живлення продубльовано. Мінімальний розрахунковий час функціонування роботів становить 1-2 години, чого цілком достатньо для проникнення в трубку, фотографування її та проведення інших досліджень.

Тактика використання передбачає запуск групи роботів в кількості 5-10 одиниць. Запуск може бути здійснений з базового корабля перед посадкою або ж після посадки. Перший варіант дає більшу ймовірність скинути роботів ближче до провалу трубки, але також збільшує ймовірність пошкодження робота від падіння з великої висоти. Можлива комбінація обох підходів.

Після активації роботи утворюють собою мережу за допомогою WiFi й можуть служити один одному ретрансляторами. Ті з роботів, що опинилися ближче до входу в трубку, здійснюють стрибки в напрямку входу, а ті, що опинилися ближче до корабля – або лишаються на місці, або роблять стрибки з метою зберегти придатну для роботи WiFi дистанцію з іншими роботами.

Після кожного стрибка роботи здійснюють фотографії з усіх трьох камер, визначають положення, передають отримані дані на ретранслятори або базовий корабель. Звідти дані передаються на Землю, в центр управління. Оператори Центра оцінюють взаємний стан роботів в групі, визначають напрям наступного стрибка для кожного робота і передають роботам команди на імпульс тим чи іншим двигуном.

Потрапивши в провал, деякі роботи залишаються біля входу і служать ретрансляторами, один або два просуваються далі в трубку й активують дослідницьку апаратуру.

Розраховано кілька варіантів робота. Оптимальний варіант має діаметр – близько 200 мм, вага – близько 2000 г, але паралельно розглядаються інші варіанти. Остаточний буде вибрано після узгодження з розробниками місячних місій, які висловлять зацікавленість у співпраці.

На поточний момент побудовано кілька макетів робота, проведено стендові випробування двигуна, здійснено один некерований стрибок. У жовтні 2018 р. концепцію було представлено на хакатоні NASA Spacearchallenge, де вона здобула високу оцінку журі. Заявку та відео відправлено в НАСА. Результати очікуються.

Робоча назва проекту – “Еней”.

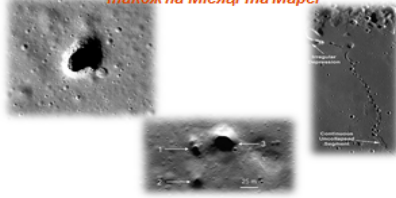


Рис. 1. Обґрунтування актуальності розробки

Для значного прискорення колонізації Місяця вкрай потрібно деталізоване вивчення поверхні роботами

Лавові трубки на Місяці можуть бути ідеальним місцем для першої колонії

Лавові трубки – геологічні структури у вигляді довгих тунелів великого діаметру. Виявлені також на Місяці та Марсі



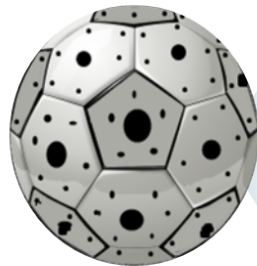
- ✓ **Достатньо місця для колонії**
 - Можуть мати діаметри у десятки метрів та сягати декількох кілометрів у довжину
- ✓ **Безпечно перебування людей**
 - Шар ґрунту значно знижує радіаційний фон, коливання температур та зменшує небезпеку від ударів метеоритів. Легко герметизуються

Для реалізації потрібно вивчення просунутою робототехнікою

- На даний час **трубки виявлено та обстежено дистанційними методами**. Виявлено також входи в трубки
- **Необхідно вивчення внутрішньої структури трубок**, для точної оцінки перспективності створення колонії
- **Подальше вивчення космонавтами або марсоходами неможливо**, через складний рельєф та потенційно завалені входи в трубки
 - Існує обмежена кількість моделей потенційно придатних для вивчення

Місія вивчення трубок потребує розробки спеціалізованих роботів

Робот-стрибун «Еней» – простий, але дієвий механізм вивчення небесних тіл!



Робот також може бути використаний на Землі для небезпечних місій



Принцип роботи

- Пересування групи сферичних роботів поверхнею небесних тіл (першочергово – Місяця) за рахунок стрибків
- Дослідження місцевості за допомогою сенсорів та камер та передача інформації по wifi роботам із групи або станції



Ключові особливості

- Подолання складному рельєфу,
- Діяльність у складі групи
- Використання ряду готових рішень
- Використання інноваційного твердого палива
- Легке переоснащення під різні місії (Місяць, Марс, астероїди, Земля)



Ключові переваги

- Доступність матеріалів та легкість зборки
- Низька собівартість (менше 300 долл./ шт)

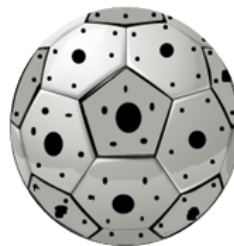
Робот оснащений необхідними пристроями для виконання програми досліджень

Поточна стадія технічної готовності – LTR3



Конструкція

- Багатогранник з 20 шестигранних та 12 п'ятигранних платівок
- Піністо-композитний матеріал
- Діаметр 120-180 мм
- Вага – 200-800 гр



Технічні характеристики

- До 20 стрибків
- Довжина стрибків – до 120-150 м
- Незначне перевантаження
- Амортизація падіння
- Вжито заходів для протидії космічній радіації



Навігація та пересування

- Імпульсні двигуни, заряди твердого безпечного палива (власна розробка) до 20 стрибків, система управління на основі мікроконтролерів



Сенсори

- 3 відеокамери, 3 джерела світла
- 3-5 магнітометрів, до 15 акселерометрів, радіометр, газоаналізатора
- Живлення від трьох груп батарейок

Рис. 2. Обґрунтування актуальності розробки



Рис. 3. Принципова будова

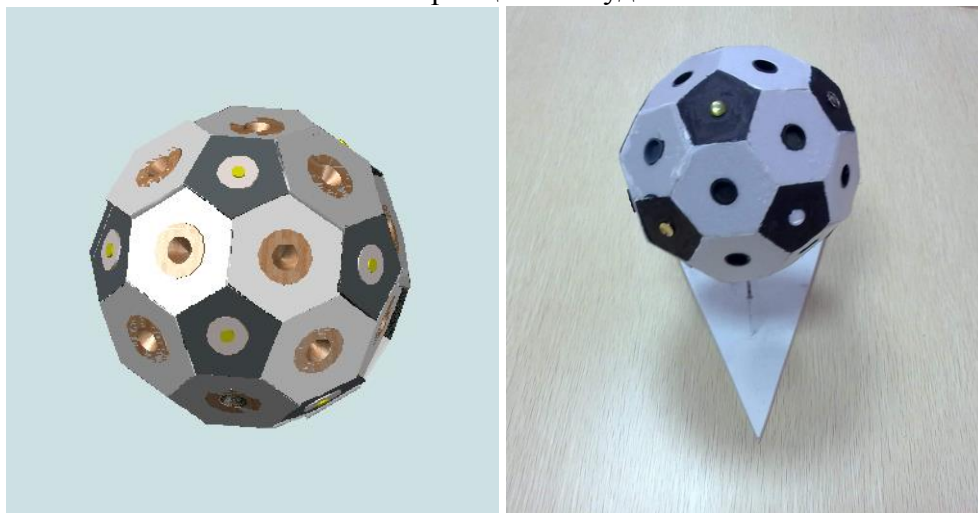


Рис. 4. 3D-Модель і прототип макету модулю робота “Еней”.



Рис. 5. Презентація макету модулю робота “Еней” на засіданні УНДЦА

Заслухані думки і пропозиції учасників Центру. Зокрема подано пропозиції із вдосконалення системи руху, багаторазовості використання та застосування для вивчення АЯ також в земних умовах.

ПОСТАНОВИЛИ: діяльність схвалити. Рекомендувати опублікувати матеріал у вигляді статті у науково-популярному виданні з метою популяризації досліджень та встановлення можливих контактів із фахівцями суміжних тематик. Надати посильну підтримку у реалізації в рамках проекту «Обеліск».

2. СЛУХАЛИ: Перспективне приладове оснащення і лабораторія Центру

2.1. На адресу Центру надійшло три запрошення на «Промисловий форум» із лабораторним оснащенням.

ПОСТАНОВИЛИ: видати запрошення координаторам відділів з метою відвідин і формування перспективного оснащення.

3. СЛУХАЛИ: Організаційні питання

Запропоновано до затвердження кінцеву нову форму обліку учасників Центру
Не протоколювалось

ПОСТАНОВИЛИ: затвердити форму як базисну, роздати і направити учасникам Центру для заповнення. В подальшому дані нової картки будуть оновлюватися періодично в електронному вигляді.

4. СЛУХАЛИ: Відносно наступного Засідання. Запропоновано провести наступне Засідання Центру 26.12.2018.

ПОСТАНОВИЛИ: Організаційно підготувати проведення чергового Засідання Центру 26.12.2018.

Голова координаційної ради Центру

к.т.н., доц. Білик А.

Другий заст. голови координаційної ради Центру, зав. інформаційно-технічного відділу

Кириченко О.