

ДОСЛІДЖЕННЯ СОНЯЧНОЇ СИСТЕМИ КОСМІЧНИМИ АПАРАТАМИ

МІСІЯ ВОЯДЖЕРА В ДОСЛІДЖЕННІ СОНЯЧНОЇ СИСТЕМИ

Владислав Міщенко – студент 2 курсу СВО бакалавра ВДПУ ім. М. Коцюбинського
Артем Журжа – студент 2 курсу СВО бакалавра ВДПУ ім. М. Коцюбинського
Віталій Дріма – студент 2 курсу СВО бакалавра ВДПУ ім. М. Коцюбинського
Регіна Бережна – студентка 2 курсу СВО бакалавра ВДПУ ім. М. Коцюбинського
Анастасія Дмитренко – студентка 2 курсу СВО бакалавра ВДПУ ім. М. Коцюбинського

У статті розглядається основні результати космічної програми NASA «Вояджер» та етапи проходження цих досліджень.

Ключові слова. Вояджер, планети, космічні апарати, подорож.

"Вояджер" [1] - це назва космічної програми NASA та двох американських космічних зондів - Voyager 1 і Voyager 2, які були запущені ракетами Titan 3E (Centaur) в рамках цієї програми. Запуск "Вояджер-1" відбувся 5 вересня 1977 року. Спочатку політ був повз Юпітер у березні 1979 року і біля Сатурна в листопаді 1980 року. «Вояджер-2» був запущений раніше, 20 серпня 1977 року, і пролетів повз Юпітер у липні 1979 року, біля Сатурну – у серпні 1981 року, Урану він облетів у січні 1986 року та Нептуну – у серпні 1989 року. Такі орбіти були вибрані з розрахунку, що дозволяло використовувати багато гравітаційних маніпуляцій. Маневрування в гравітаційному полі планети-гігантів дозволило їм облетіти навколо планети і над геліосферою з мінімальними витратами палива на розгін.

Кожен з цих зондів оснащений низькою наукових приладів та інструментів, які можуть досліджувати Сонячну систему з різної точки зору. Спочатку місія мала на меті дослідити головні планети Сонячної системи - Юпітер і Сатурн, кільця Сатурну. Однак "Вояджер" продовжує літати і досліджувати інші планети та їхні супутники, зокрема Уран, Нептун і їхні супутники.

12 вересня 2013 року, коли NASA офіційно підтвердило, що "Вояджер" [2] вийшов у міжзоряний простір за межі геліосфери, значна кількість ЗМІ помилково оголосила, що "Вояджер" залишив Сонячну систему. Але це не так. Сонячна система — це сфера в космічному просторі, де гравітація Сонця домінує над гравітацією будь-якої іншої зорі, а геліосфера — це набагато менша сфера всередині Сонячної системи, де сонячний вітер переважає над випромінюванням будь-якого іншого космічного об'єкта. Вихід за межі Сонячної системи може статися лише через 30 тисяч років. На даний момент "Вояджер" подолав лише 1/7 відстані до карликової планети Седна, яка знаходиться на відстані 250 років подорожі. Основна частина хмари Оорта знаходиться на відстані 1-2 світлових роки від Сонця.

На сьогоднішній день "Вояджер-1" і "Вояджер-2" [1-3] є найвідомішими і найуспішнішими космічними дослідницькими місіями в історії, і вони продовжують подорожувати космосом. "Вояджер-1" і "Вояджер-2" передали на Землю безліч даних і фотографій, які допомогли нам краще зрозуміти нашу Сонячну систему та навколишній всесвіт.

Особливо вражаючі зображення були отримані з перших детальних знімків планети Юпітер, які показали складну структуру планети з різними бурями та хмарами. Крім того, «Вояджер» допомагав вивчати супутники газових гігантів, таких як Європа, Ганімед, Титан та Енцелада, та показав складне кільця Сатурна та Урана з різноманітними

структурами та формами. Космічні апарати (КА) також дозволили вивчити магнітні поля планети, їх атмосферу та клімат, а також відкрити різноманітні прояви на їхніх поверхнях. Загалом, дослідження, проведені "Вояджерами", дали змогу глибше зрозуміти Сонячну систему та навколишній всесвіт [4,5].

Зустріч з Юпітером (рис 1.1). КА «Вояджер» досягнув Юпітера в 1979 році і зробив близько 50 000 знімків, якість яких, за даними НАСА, значно перевершувала найкращі зображення із Землі. Ці знімки відкрили важливі факти про атмосферу, магнетизм та геологію цієї гігантської планети, які було б складно дослідити іншими способами.



Рис. 1.1. Юпітер

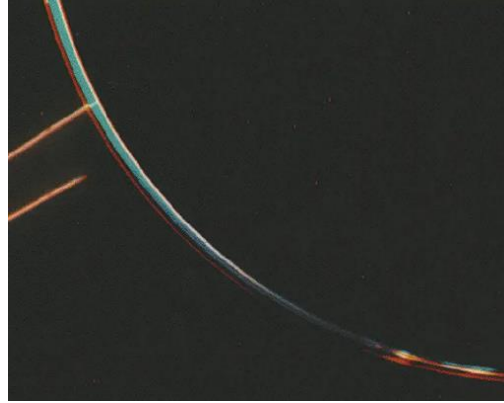


Рис.1.2. Юпітер у світлі Сонця

У березні 1979 року КА "Вояджер-1" озірнувся на Юпітер у світлі Сонця і зробив перші знімки тонкої, блідої кільцевої системи Юпітера (рис 1.2).



Найбільшим відкриттям, яке зробив "Вояджером-1", стала вулканічна активність на одному з супутників Юпітера. На поверхні Іо спостерігається самий інтенсивний вулканізм (рис 1.3), який був зафіксований космічним апаратом.

Рис. 1.3. Іо

Сатурн (рис 2.1). У листопаді 1980 року "Вояджер-1" наближався до Сатурна, зафіксувавши супутники гіганта, перш ніж покинути Сонячну систему і помчати в невідомість. У 1981 році його двійник, "Вояджер-2", досягає гігантського газового гіганта. Після успіху свого попередника НАСА змінило програму зонда. КА провів дослідження біля Сатурна, пролетів повз Уран у 1986 році і досяг Нептуна в 1989 році.

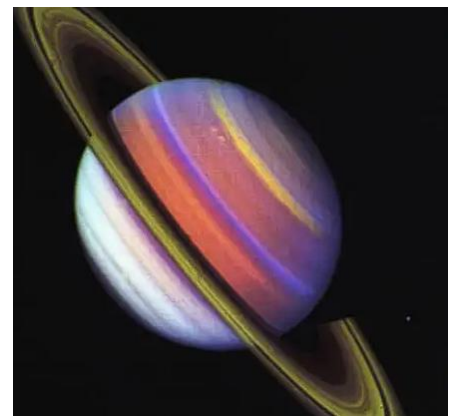
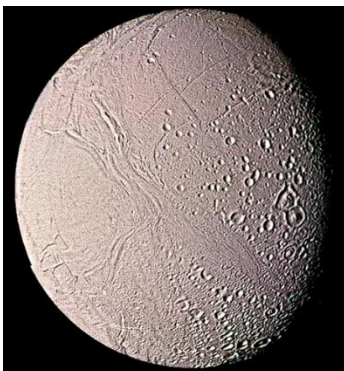


Рис. 2.1. Сатурн



26 серпня 1981 року "Вояджер-2" зробив найдетальніший знімок найяскравішого об'єкта Сонячної системи (рис 2.2) та одного з найменших супутників Сатурна - Енцелада.

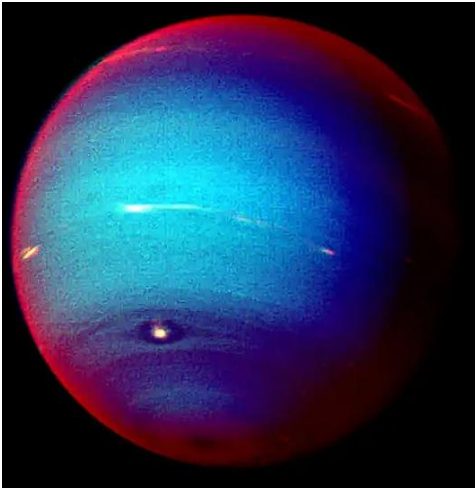
Рис. 2.2. Енцелада

Уран. «Вояджер-1» здійснив подорож, не відвідавши жодної планети на своєму шляху, покинувши геліосферу і ввійшовши в міжзоряний простір у 2012 році. Але він «Вояджер-2», продовжуючи дослідження невідомих планет, 24 січня 1986 року пройшов повз Уран на відстані близько 81 500 км (рис. 3.1). Він виявив, що планета має не менше 11 кілометрів замість дев'яти, і показав ще два кільця. Нині відомо, що існує 13 кілець, із двома зовнішніми, які були відкриті телескопом Хаббл у 2003-2005 роках.



Рис.3.1. Уран

Нептун. 25 серпня 1989 року "Вояджер-2", після 12 років польоту, пролетів повз Нептун на відстані близько 4 828 км, ставши першим і єдиним космічним апаратом, який спостерігав Нептун з такої близької відстані. Фотографії, зроблені «Вояджером-2», показують Нептун у штучних кольорах, де червоний і білий кольори позначають сонячне світло, що проходить крізь багату метаном атмосферу (рис 4.1). «Вояджер-2» – перший і поки що єдиний КА, який досяг Урана та Нептуна.



У 1989 році "Вояджер-2" не зробив жодної фотографії. Камеру було виключено після проходження Нептуна. НАСА хотіла зберегти енергію для інших інструментів.

Рис. 4.1. Нептун

Однак у 1990 році "Вояджер-1" знову нагадав про свою присутність. Останнім «привітанням» зонду стала серія з 60 зображень Сонячної системи, які зроблені з відстані близько 6 мільярдів кілометрів. Перший "сімейний портрет" Сонячної системи був створений "Вояджером-1" 14 лютого 1990 року. Це серія з 60 зображень, на яких зображено шість планет зліва направо: Юпітер, Земля, Венера, Сатурн, Уран і Нептун. Марс не видно через розсіяне сонячне світло, що відбивається від камери. Меркурій знаходиться занадто близько до Сонця, а карликова планета Плутон занадто мала і темна, щоб її можна було побачити на знімках.

Хоча космічний апарат "Вояджер" більше не надсилає зображення, він продовжує передавати важливу інформацію: у 2012 році "Вояджер-1" став першим штучним космічним апаратом, який перетнув межу геліосфери. «Вояджер-2» став другим КА, перетнувши її 5 листопада 2018 року.

Здобутки місії “Вояджер” [1,5].

- Відкриття активного вулкана на поверхні Іо – перший знайдений позаземний вулкан.
- Відкриття кілець Юпітера, подібних до кілець Сатурна.
- Дослідження магнітних полів у космосі.
- Дослідження космічних променів.
- Дослідження плазмових хвиль.
- 1983 рік — «Вояджер-1» обігнав за віддаленістю від Сонця космічний зонд «Піонер-11», ставши другим найвіддаленішим від Землі КА.

– Березень 1988 року — приблизно цієї дати, за підрахунками, космічний зонд «Вояджер-2» за віддаленістю від Сонця обігнав космічний зонд «Піонер-11», ставши третім найвіддаленішим від Землі КА.

– 17 лютого 1998 року «Вояджер-1» віддалився на найбільшу відстань від Землі серед усіх об'єктів, створених людиною, перегнавши космічного зонда «Піонер-10». Тоді він перебував на відстані понад 10,4 млрд км (70 а. о.) від Землі.

– 16 грудня 2004 року «Вояджер-1», а 30 серпня 2007 року «Вояджер-2» перетнули одну з меж Сонячної системи, що називається межею ударної хвилі сонячного вітру), і розташована на відстані близько 100 а. о. від Сонця. Апарати передали інформацію про структуру цієї ударної хвилі.

– Березень 2023 року— космічний зонд «Вояджер-2» віддалиться на відстань приблизно 133,5 а. о. (19,9 млрд км) від Землі та Сонця і стане другим найвіддаленішим серед усіх об'єктів, створених людиною, перегнавши космічного зонда «Піонер-10».

Сьогодні "Вояджер" продовжує надсилати наукові дані та вимірювання. Наприклад, у 2021 році "Вояджер-1" виявив дивовижний шум, який, ймовірно, походить від вібрацій, що створили сусідні зірки. NASA використовує свою антену системи Deep Space Network для забезпечення зв'язку з космічними апаратами на відстані понад 22 мільярдів кілометрів від Землі. Наразі "Вояджер-1" знаходиться на відстані приблизно 153 а.о. від Сонця (одна а.о. - середня відстань між Землею і Сонцем), а "Вояджер-2" - на відстані приблизно 127 а.о. "Вояджер-1" рухається до зірки AC+79 3888 у Великій Ведмедиці, а "Вояджер-2" - до зірки Росс 248 у сузір'ї Лева Волохатого."Вояджер" ставиться до найуспішнішої місії в історії космічних досліджень, і її дослідження допомогли поглибити наше розуміння Всесвіту та Сонячної системи. Вони є символом нашого прагнення досліджувати невідоме і пізнати глибини Всесвіту.

Наразі NASA планує вимкнути більше обладнання, щоб продовжити термін експлуатації зонду до 2030-х років. Однак навіть після того, як усі прилади будуть відключені, зонд продовжить рух вперед, збираючи золотий запас інформації про людство, призначеної для розумного позаземного життя (якщо воно існує).

Список використаних джерел:

1. Вояджер. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Вояджер>
2. Вояджер – 1. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Вояджер-1>
3. Вояджер – 2. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Вояджер-2>
4. Вояджер 40 років у космосі. Головні досягнення.
URL: <https://ua.korrespondent.net/tech/space/3884176-voiadzher-40-rokiv-u-kosmosi-holovni-dosiahnennia>
5. Апарати – Близнюки. URL: <https://thealphacentauri.net/131025/>

THE VOYAGER MISSION IN THE RESEARCH OF THE SOLAR SYSTEM

Vladyslav Mishchenko – 2th year student of the bachelor's degree of VDPU M. Kotsyubynskyi

Artem Zhurzha – 2th year student of the bachelor's degree of VDPU M. Kotsyubynskyi

Vitaliy Drima – 2th year student of the bachelor's degree of VDPU M. Kotsyubynskyi

Regina Berezhna – 2th year student of the bachelor's degree of VDPU M. Kotsyubynskyi

Anastasia Dmytrenko – 2th year student of the bachelor's degree of VDPU M. Kotsyubynskyi

The article examines the main results of NASA's Voyager space program and the stages of these studies.

Keywords. Voyager, planets, spacecraft, travel.