

Список використаних джерел:

1. Якщо розгорнути ДНК всього 1 людини, то вони розтягнуться до Плутона і назад. URL: <https://acc.cv.ua/news/chernivtsi/yakscho-rozgornuti-dnk-vsogo-1-lyudini-to-voni-roztyagnutsya-do-plutona-i-nazad-10827>.
2. АСТРОНОМІЯ – Навчальний посібник для профільної школи 2017. URL: <https://subject.com.ua/astronomy/golovko/59.html>
3. Життя у Всесвіті. URL: https://my-astronomy.ucoz.ua/index/zhittja_u_vsesviti/0-13
4. Гігантський стрибок для людства: як місія apollo змінила наше уявлення про сонячну систему та космос. URL: https://tsn.ua/nauka_it/gigantskiy-stribok-dlya-lyudstva-yak-misiya-apollo-zminila-nashe-uyavlennya-pro-sonyachnu-sistemu-ta-kosmos-1373022.html.
5. NASA оголосила, коли перша місія Artemis 1 полетить на Місяць. URL: <https://mind.ua/news/20232484-nasa-ogolosila-koli-persha-misiya-artemis-1-poletit-na-misyac>
6. MESSENGER. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/MESSENGER>
7. ВепіColombo. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/ВепіColombo>
8. Життя на Меркурії. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Життя_на_Меркурії
9. Венера. URL: <https://sites.google.com/site/soniachnasystema1/home/venera>
10. Атмосфера Венери. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Атмосфера_Венери#cite_note-47
11. Чи є життя на Марсі. URL: <https://www.bbc.com/ukrainian/features-58939062>
12. Марсохід «Персеверанс». URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Персеверанс_\(марсохід\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Персеверанс_(марсохід))
13. Планети сонячної системи. URL: <https://sites.google.com/site/planetisistemiduben>
14. Екзопланета. URL: <http://exoplanet.eu/catalog/>
15. Космічний телескоп імені Джеймса Вебба. URL: <https://www.ixbt.com/news/2021/06/02/zapusk-kosmicheskogo-teleskopa-jameswebb-snova-perenesjon.html>
16. Джеймс Вебб у космосі. URL: <https://techno.nv.ua/ukr/innovations/teleskop-dzheymasa-vebba-zavershiv-rozgotannya-vsih-dzerkal-ostanni-novini-50210105.html>

LIFE IN THE UNIVERSE

Іуа Нончар is a member of the RCTCSY astronomical circle

This work is devoted to the analysis, research and systematization of scientific materials on the search for life and mind in the Universe.

*This problem is relevant at all times, especially now, when the development of state-of-the-art technology opens up incredible opportunities. It is very important that scientific and technical capabilities are not used to destroy humanity, do not become a threat to our planet, that non-humans do not destroy the flourishing beautiful planet Earth, do not destroy us - Ukrainians, other peoples, ourselves or life on the planet. Troubles, catastrophes, pollution, wars - all this is experienced by the only planet in the Solar system inhabited by intelligent living beings. Let's take care of it. **It is dear to us, native and unique to the whole Universe!***

Key words: Universe, the Solar System, planet, life, mind.

ЧИ МОЖЛИВО ЖИТИ НА СУПУТНИКУ ЮПІТЕРА ЄВРОПІ?

Софія Бусел – студентка 3 курсу СВО бакалавра ВДПУ ім. М.Коцюбинського

У статті подаються відомі на теперішній час факти про крижаний супутник Юпітера та його океан. Історія відкриття та місії, що були проведені та плануються в майбутньому. Також розповідається про особливості супутника, які сприятимуть або ж не сприятимуть життю людини на ньому.

Ключові слова: Європа, Галілео Галілей, крижана поверхня, життя на супутнику Юпітера, радіація та холод.

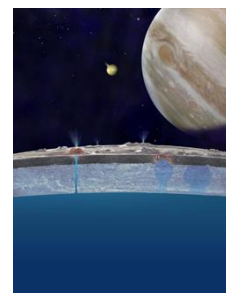


Рис.1. Ілюстрація поперечного перерізу Європи. Супутник Юпітера містить океан рідкої води під своєю замерзлою поверхнею

Крижаний супутник Юпітера Європа давно вважався потенційно сприятливим місцем для життя в Сонячній системі. Але що знайшли б люди-дослідники, якби вони посадили свій корабель на крижану оболонку Європи?

Жити на поверхні самого Юпітера було б важко, але можливо. Газовий гігант має невелике скелясте ядро з масою в 10 разів менше земної, але воно оточене щільним рідким воднем, що простягається на 90 відсотків діаметра Юпітера. Якби ви ступили ногою на ядро планети, «ви були б розчавлені вагою рідкого водню над нею», — сказав



Рис. 2. Наближений до природного колір поверхні (ліворуч) і штучно підсилений колір (праворуч). Фото АМС «Галілео»

Роберт Паппалардо, планетолог з Лабораторії реактивного руху NASA (JPL).

Юпітер має понад 60 супутників, деякі з яких є ймовірними місцями для постійних баз. З його низьким рівнем радіації, геологічною стабільністю та великою кількістю водяного льоду Каллісто, ймовірно, був би ідеальним супутником Юпітера для поселення, сказав астробіолог JPL Стів Венс.

Однак інший супутник Юпітера — Європа — вважається, що під своєю крижаною поверхнею є величезний водяний океан і вважається найкращим місцем для пошуку життя в нашій Сонячній системі. Створення дослідницької бази на Європі допоможе вченим дослідити цей потенційно населений океан.

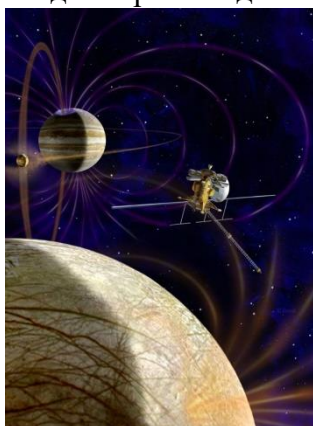
Наразі в знаннях вчених про поверхню Європи є дуже великі прогалини, сказав вчений Роберт Паппалардо. Вісім космічних апаратів відвідали супутник Юпітера, але лише 10-15 відсотків поверхні було сфотографовано з гідною роздільною здатністю (рис. 2).

Факти про Європу

Вік: Вік Європи оцінюється приблизно в 4,5 мільярда років, приблизно такий же вік Юпітера.

Відстань від Сонця: в середньому відстань Європи від Сонця становить приблизно 780 мільйонів кілометрів.

Відстань від Юпітера: Європа є шостим супутником Юпітера. Її орбітальна відстань від Юпітера становить 670 900 км. Європі потрібно три з половиною земних дні, щоб зробити оберт навколо Юпітера. Європа припливно замкнена, тому до Юпітера завжди звернена одна й та сама сторона.



Розмір: Європа має діаметр 3100 км, що робить її меншою за супутник Землі, але більшою за Плутон. Це найменший із галілеєвських супутників (рис. 3).

Температура: температура поверхні Європи на екваторі ніколи не піднімається вище мінус 160 °С. На полюсах - температура ніколи не піднімається вище мінус 220 °С.



Рис.3. Порівняння розмірів Землі, Місяця та Європи

Рис.4. Інтерпретація художника орбітального апарату NASA Jupiter Europa, який є частиною спільної місії NASA та ESA Europa Jupiter System Mission

Список місій до Європи

▪ Піонер-10 (проліт системи Юпітер у 1973 році). Він пройшов надто далеко від Європи, щоб отримати детальне зображення, але місія помітила деякі варіації альbedo (яскравості) на поверхні супутника.

▪ Піонер-11 (проліт повз систему Юпітер у 1974 році). Космічний корабель пролетів повз Європу на відстані майже 375 000 миль (600 000 км), що дозволило йому побачити лише деякі зміни на поверхні.

▪ «Вояджер-1» (проліт системи Юпітера в 1979 році). Здійснив далекий проліт повз Європу, а також дав уявлення про те, як гравітація одного супутника в системі Юпітера впливає на гравітацію інших. Наприклад, вулканізм Іо був частково пов'язаний із взаємодією Іо з супутниками, а також з масивним Юпітером.

▪ «Вояджер-2» (проліт системи Юпітер у 1979 році). Одним із головних відкриттів було виявлення коричневих смуг на поверхні Європи, що свідчить про тріщини на крижаній поверхні.

▪ Галілей (обійшов навколо Юпітера між 1995-2003 роками). Його найвідомішим відкриттям у Європі було виявлення переконливих доказів існування океану під крижаною кіркою на поверхні супутника.

▪ Europa Clipper у 2019 році планували запускати в 2023, але перенесли дату запуску на жовтень 2024 року. За таких умов Europa Clipper увійде на орбіту Юпітера в 2030 році.

▪ Jupiter Icy Moons Explorer (JUICE) (планують запустити 13 квітня 2023 року). Буде шукати молекули, такі як органічні молекули, які пов'язані з процесами, що дають життя (рис. 5). (Органіка поширена в Сонячній системі, але самі молекули не завжди вказують на життя.)

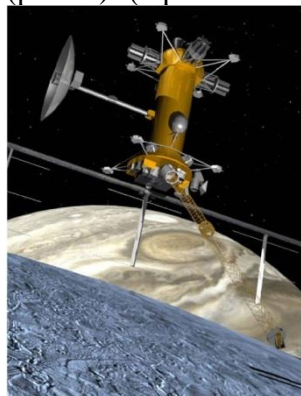


Рис.5. Europa Explorer використовуватиме гравітаційні об'єкти Венери та Землі, і таким чином зможе доставити до системи Юпітера приблизно втричі більшу масу корисного вантажу, ніж попередні концепції, такі як Europa Orbiter

про відкриття Європи та інших супутників, які пізніше отримали назву галілеєві, де астроном назвав їх «планетами Медічі» (прославляючи свого покровителя) і позначив римськими цифрами.

Історія відкриття і назва

Галілео Галілей за допомогою телескопа-рефрактора з 20-кратним збільшенням, винайденим власноруч, відкрив Європу у січні 1610 року, а от Симон Маріус (рис. 6), німецький астроном, - ще в 1609 році, проте він не сповістив про це наукове товариство вчасно.

Вперше Галілей спостерігав супутник у ніч з 7 на 8 січня 1610 в Падуанському університеті, але на той момент він допустив помилку: не міг відділити Європу від Іо (ще одного супутника Юпітера) та спостерігав за ними, як за одним об'єктом, доказом цього є запис астронома у власному щоденнику, фрагмент якого згодом опублікували в «Stella Gazette». Про свою похибку Галілей дізнався наступної ночі, з 8 січня 1610 року (цю дату МАС затвердив як дату відкриття Європи). У березні 1610 року в роботі «Sidereus Nuncius» Галілей повідомив

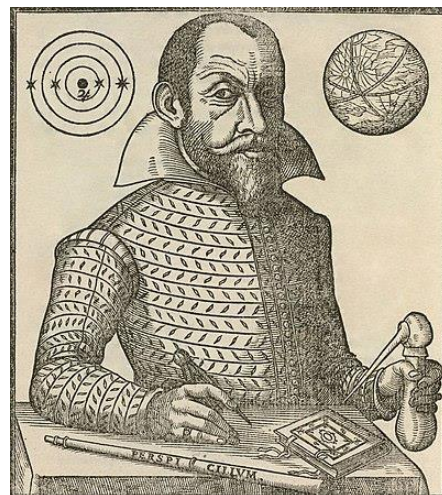


Рис. 6. Симон Маріус

Симон Маріус, астроном родом з Німеччини, опублікував у 1614 році видання «Mundus Jovialis», де стверджував, що саме він є першовідкривачем супутників Юпітера, оскільки спостерігав їх ще у 1609, за тиждень до Галілея. Галілей засумнівався у правдивості цих переконань та забракував працю Маріуса як плагіат.

Вперше Маріус записав про свої спостереження 29 грудня 1609 року за юліанським календарем. За григоріанським календарем, який використовував Галілей, це 8 січня 1610 року.

Назву «Європа» дав С. Маріус в 1614 році, а до нього її запропонував Йоганн Кеплер. Супутник названо в честь коханої героїні давнього грецької міфології Зевса (Юпітера).

Проте назви запропоновані Маріусом для галілеєвих супутників фактично не використовувались до середини ХХ століття. Лише тоді найменування «Європа» стало загальноживаним (бодай ідею Кеплера та Маріуса давати назву супутникам планет іменами приближених до відповідного бога було схвалено астрономами ще століттям раніше – коли були відкриті кілька супутників Сатурна). У переважній частині літератури ранньої астрономії ці супутники позначалися за системою Галілея: ім'я планети з додаванням римської цифри. Наприклад, Європа була відома як Юпітер II, або ж як «другий супутник Юпітера». Коли відкрили у 1892 році Амальтею, орбіта якої розташовується ближче до Юпітера, то Європа стала третім супутником, а у 1979 космічний апарат «Вояджер» помітив ще три внутрішніх супутника. Отже, за сучасними даними, Європа стала шостим за відстанню від Юпітера супутником, хоча за звичкою її продовжують називати «Юпітер II».

Понад півстоліття потому, у 1676 році, Європа, поряд із іншими супутниками Галілея, стала об'єктом важливих для тогочасної науки відкриттів. Данський астроном Оле Ремер, який спостерігав, як Європа та інші галілеєві супутники перетинають задню частину диска Юпітера і зникають з поля зору, виявив, що інтервали між такими затемненнями змінюються протягом року. Спочатку передбачалося, що орбітальна швидкість супутників змінюється з певною періодичністю, але коли Ремер зрозумів абсурдність цієї гіпотези, він вирішив знайти альтернативне пояснення, пов'язавши її з природою світла. Якщо світло поширюється з нескінченною швидкістю, то затемнення супутникових систем повинні періодично спостерігатися на Землі. У цьому випадку наближення Юпітера до Землі і відхід від неї не буде проблемою. З цього Ремер зробив висновок, що світло поширюється з кінцевою швидкістю. Тому затемнення доведеться спостерігати через деякий час після його настання. Виявилось, що цей час напряму залежить від швидкості світла та відстані до Юпітера.

Ремер вперше використав ці дані для оцінки швидкості світла і отримав значення 225 тис. км/с, що відрізняється від сучасного значення яке близьке до 300 тис. км/с.

Характеристика Європи

Визначною особливістю Європи є її висока відбивна здатність (рис. 7). Крижана кора Європи дає їй альbedo — коефіцієнт відбиття світла — 0,64, один із найвищих серед усіх супутників у всій Сонячній системі.

Фотографії та дані космічного корабля «Галілей» свідчать про те, що Європа складається із силікатної породи та має залізне ядро і кам'янисту мантію, як і Земля. Однак, на відміну від внутрішньої частини Землі, за даними NASA, кам'яністі надра Європи оточені шаром води та/або льоду товщиною від 80 до 170 км (рис. 8). З огляду на коливання магнітного поля Європи, яке свідчить про наявність якогось провідника, вчені



Рис.7. Зверху Європа, вид з космічного корабля NASA Galileo. Видно рівнини яскравого льоду, тріщини, що тягнуться до горизонту, і темні плями, які, ймовірно, містять і лід, і бруд

також вважають, що глибоко під поверхнею супутника є океан. Цей океан може містити певну форму життя. Ця можливість існування позаземного життя є однією з причин, чому інтерес до Європи залишається високим. Насправді останні дослідження дали нове життя теорії про те, що Європа може підтримувати життя .

Поверхня Європи вкрита тріщинами. Багато хто вважає, що ці тріщини є результатом приливних сил на океані під поверхнею. Цілком можливо, що коли орбіта Європи наближається до Юпітера, морський приплив під льодом піднімається вище, ніж зазвичай.

Якщо це так, то постійне підняття і опускання моря спричинило багато тріщин, які спостерігаються на поверхні супутника.

Отримання зразків океану може не вимагати буріння крижаної кірки, якщо повторні спостереження можливих шлейфів виявляться справжніми струменями води. Хоча в 2012, 2014 і 2016 роках дослідники помітили докази, справжня природа шлейфів – і чому вони спорадично з'являються – вимагає додаткових спостережень.

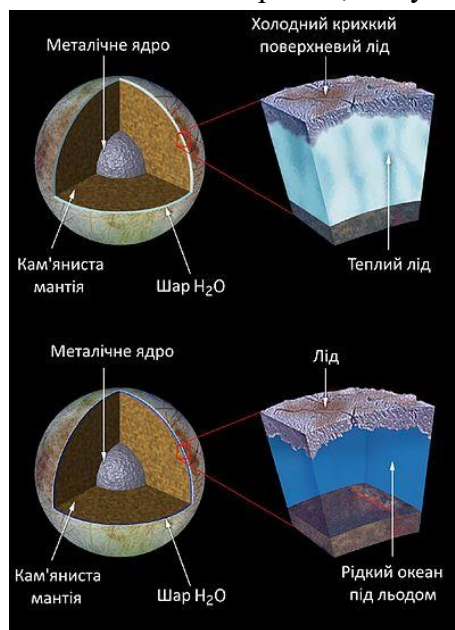


Рис.8. Дві можливі моделі Європи

У 2014 році вчені виявили, що в Європі може бути певна форма тектоніки плит. Раніше Земля була єдиним відомим тілом у Сонячній системі з динамічною корою, яка вважається корисною в еволюції життя на планеті.

Чи можливо жити на супутнику Юпітера Європі?

У 2012 році дослідники з космічного телескопа «Габбл» виявили можливі струмені води з Південного полюса Європи. Інша команда дослідників підтвердила наявність видимих шлейфів у 2014 і 2016 роках після повторних спостережень. Дослідники попереджають, що шлейфи ще не повністю підтверджені, але припускають, що вода з європейських океанів витікає на поверхню (рис. 9, 10).

Кілька космічних апаратів пролетіли повз Європу (включаючи «Піонери 10 і 11» в 1970-х роках і «Вояджери 1 і 2»). Космічний корабель «Галілей» виконував довготривалу місію на Юпітері та його супутниках між 1995 і 2003 роками. І NASA, і Європейське космічне агентство планують місії до Європи та інших супутників, які покинуть Землю в 2020-х роках.



Рис. 9. Водяні гейзери на Європі

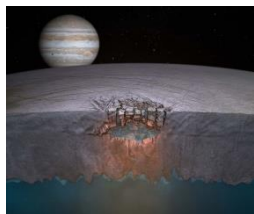


Рис.10. Приховані озера Європи – «Велике озеро»

Наразі Роберт Паппалардо та Стів Венс працюють над концепцією запропонованої NASA місії Europa Clipper, у рамках якої зонд здійснить 45 обльотів Європи, дозволяючи вченим отримувати детальніші зображення поверхні супутника, ніж будь-коли раніше.

Фотографії з попередніх місій показують, що поверхня Європи відносно гладка, на ній відсутні великі кратери та гори, оскільки конвективні сили океану постійно переробляють поверхневий лід Європи. Але поверхня планети не позбавлена особливостей.

«Якщо ви подивіться в будь-якому напрямку, ви побачите невеликі хребти, не більше ніж пару метрів заввишки», - сказав Стів Венс. Ви також побачите численні

тріщини. Ці тріщини та хребти, ймовірно, є результатом щоденного підйому та опускання підповерхневого океану Європи через приливні сили Юпітера, кажуть вчені.

Найкраще місце для бази на Європі було б на тій стороні супутника, яка менше піддається впливу смертоносною радіацією збоку планети.

З бази там також відкривався б вражаючий вид: Юпітер виглядав би майже в 24 рази більшим на небі, ніж супутник Землі з поверхні планети. «Це було б ненудне місце, щоб випити післяобідній чай», — сказав Венс.

Окрім радіації та холоду, на Європі існує ще кілька небезпек. Помірні крижані землетруси — які можуть бути схожі на землетрус на Землі — можуть відбуватися час від часу, і ви точно захочете стежити за гігантськими стовпами води, які можуть різко вирватися з льоду. Також є невеликий шанс, що вас вразить маленький метеор або частинки з космосу.

Гравітація Європи становить лише близько 13 відсотків земної, що призводить до того, що атмосфера практично не існує. Через це Європа, як і Місяць Землі, не має погоди, вітру чи кольорів неба. А прогулянка по Європі буде схожа на прогулянку по Місяцю Землі.

Якщо ви вирушили на прогулянку, ви, ймовірно, захочете відвідати «територію хаосу» Європи, де зазвичай плоский лід роздроблений на перемішані блоки. «Може здатися, що ви в Долині монументів», — сказав Роберт Паппалардо. Ви також захочете побачити западини та крижані куполи, висота яких трохи більше 1 кілометра.

Астрономи-любители хотіли б стежити за супутниками Юпітера, особливо великими. Ганімед — найбільший супутник Юпітера та найбільший супутник у нашій Сонячній системі — з'являтиметься на небі Європи кожні два дні (європейський день становить 3,5 земних днів) і виглядатиме в 1,5 рази більшим за наш супутник. Іо — третій за величиною супутник Юпітера — з'являтиметься двічі на день і виглядатиме трохи більшим за Ганімед.

Якщо ви хочете поділитися своїм досвідом з людьми вдома, електронний лист займе щонайменше півгодини, щоб отримати туди — просто переконайтеся, що масивний Юпітер не закриває ваш погляд на Землю.

Список використаних джерел:

1. Європа: факти про крижаний Місяць Юпітера та його океан. URL: <https://www.space.com/15498-europa-sdcmp.html>
2. Як би було жити на супутнику Юпітера Європі? URL : <https://www.space.com/28705-how-to-live-on-europa.html>
3. Фотографії: Європа, таємничий крижаний супутник Юпітера. URL: <https://www.space.com/13624-photos-europa-mysterious-moon-jupiter/3.html>
4. Європа (супутник). URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%84%D0%B2%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B0_\(%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%84%D0%B2%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B0_(%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA))
5. Зонд NASA "Юнона" відвідає супутник Юпітера Ганімед. URL: <https://ukr.media/science/433447/>
6. «Юнона» отримала найдетальніше зображення Європи — зонд NASA наблизився до крижаного супутника Юпітера на 412 км. URL: <https://itc.ua/ua/novini/yunona-otrimala-najdetalnishe-zobrazhennya-yevropi-zond-nasa-nablizivsya-do-krizhanogo-suputnika-yupitera-na-412-km/>

IS IT POSSIBLE TO LIVE ON JUPITER'S SATELLITE EUROPE?

Sofia Busel – 3rd-year student of the bachelor's degree program of VSPU named after M. Kotsyubynskyi

The article presents the currently known facts about Jupiter's icy moon and its ocean. The history of discoveries and missions that have been carried out and are planned in the future. It also talks about the features of the satellite, which will or will not contribute to the life of a person on it.

Key words: Europe, Galileo Galilei, icy surface, living on a satellite, radiation and cold.