

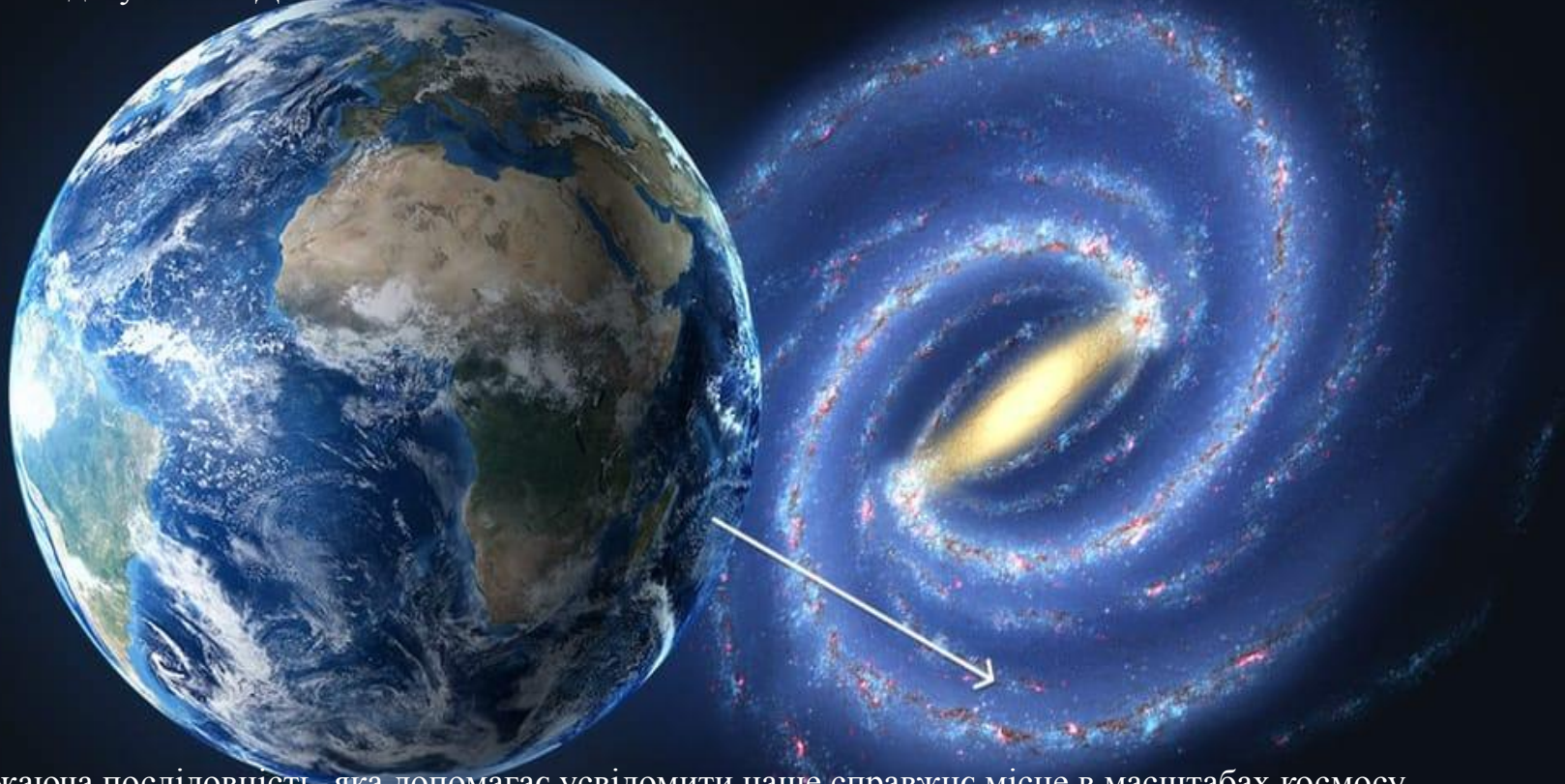
ТАЄМНИЦІ СОНЯЧНОЇ СИСТЕМИ




Учениця 7 класу
Одеського ліцею № 60
Борисова Софія Вікторівна

Керівник: Прошина Ольга Іванівна

Будинок / вулиця / місто / країна / планета Земля / рукав Оріона / галактика Чумацький Шлях / місцева група галактик / надскопчення Діви / Всесвіт.



Це вражаюча послідовність, яка допомагає усвідомити наше справжнє місце в масштабах космосу. Ми фактично склали повну «космічну адресу» людини.



Дослідження питання "чи зможе людина дізнатися **усі** таємниці сонячної системи?" є теоретичним, тому дослідження слід розділити на кілька ключових напрямків - модулів.

1. Напрямок "Об'єкт дослідження": Що саме ми вважаємо таємницями?

На цьому етапі потрібно визначити межі Сонячної системи та скласти реєстр невідомого.

Сонячна система - зоряна система в галактиці Чумацький Шлях. Вона складається з центральної зірки — **Сонця** та всіх космічних об'єктів, які обертаються навколо неї під дією гравітації (планети, їхні супутники, астероїди, комети та карликові планети).

В Сонячній системі налічується 8 основних планет, які поділяють на дві категорії: кам'яні планети земної групи (Меркурій, Венера, Земля, Марс) та масивні газові гіганти (Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун). Кожна група має свої особливості за складом, габаритами та віддаленістю від центральної зірки

Меркурій

Перші згадки про нього походять від шумерів (близько XIV ст. до н. е.). Перші телескопічні спостереження здійснив Галілео Галілей на початку XVII ст., а у 1631 році П'єр Гассенді вперше спостерігав проходження планети диском Сонця

Венера

Галілео Галілей в 1610 році спостерігав за фазами Венери, довівши той факт, що вона обертається навколо Сонця

Земля

Земля не була «відкрита» в історичному сенсі, оскільки вона є домівкою людства. Перші наукові уявлення про будову Землі почали формуватися у XVII–XVIII ст., а її кулястість була практично доведена навколосвітньою подорожжю Магеллана у 1522 році. Перше фото Землі з космосу було зроблено у 1946 році.

Марс

Марс відомий людству з давніх-давен, оскільки він видимий неозброєним оком і спостерігався ще в античні часи. Однак, як об'єкт наукового вивчення, він був "відкритий" телескопічно у 1610 році Галілео Галілеєм. Супутники Марса, Фобос і Деймос, були відкриті набагато пізніше — у серпні 1877 року астрономом Асафом Голлом.

Юпітер

Юпітер згадується з VII ст. до н.е, оскільки його видно неозброєним оком. Однак, як астрономічний об'єкт із супутниками, його вперше описав Галілео Галілей у 1610 році. Галілей також відкрив чотири найбільші супутники планети (Іо, Європу, Ганімед і Каллісто).

Сатурн

Сатурн відомий з давніх-давен як одна з п'яти видимих неозброєним оком планет, але першим побачив його кільця у телескоп італійський астроном Галілео Галілей у 1610 році. У 1655 році Християн Гюйгенс досліджував кільця планети і виявив перший її супутник.

Уран

У 1781 році Вільямом Гершелем було відкрито планету

Нептун.

Нептун було офіційно відкрито 23 вересня 1846 року. Це перша планета, яку виявили не через спостереження, а завдяки математичним розрахункам, які вказали на місце розташування небесного тіла.

Астроном, який зробив це відкриття – Й. Галле, ґрунтуючись на дослідженнях своїх колег Дж. Адамса і В. Левер'є. Першою людиною, яка помітила Нептун (але не розпізнала в ньому планету), був Галілео Галілей у 1612 році.

ТАЄМНИЦЯ НАРОДЖЕННЯ

Сонячна система сформувалася близько 4,6 млрд років тому з гігантської газопилової хмари, яка стиснулася під дією гравітації, утворивши Сонце та протопланетний диск. Найбільш загальноприйнятою є небулярна гіпотеза, доповнена сучасними моделями (Ніцца), що описують міграцію планет-гігантів.

Основні теорії та гіпотези:

- **Небулярна гіпотеза (Кант-Лаплас):** Запропонована Іммануїлом Кантом (1755) та П'єром-Симоном Лапласом (1796). Згідно з нею, Сонце і планети утворилися з повільно обертової, гарячої газової туманності, яка стискалася, збільшуючи швидкість обертання, і скидала кільця матерії, з яких утворилися планети.
- **Сучасна небулярна теорія (Акреційна модель):** Ґрунтується на ідеях Канта, але вважає хмару холодною. Вона описує, як частинки пилу зіштовхувалися, злипалися, утворюючи планетизімалі, а згодом — планети.
- **Теорія О.Ю. Шмідта (Метеоритна):** Запропонована у 1944 р. Вона передбачає, що Сонце захопило холодну газопилову хмару, з якої згодом сформувалися планети.
- **Гіпотеза подвійної зорі (Фред Хойл, 1944):** Припускає, що у Сонця була зоря-компаньйон, яка вибухнула як наднова, а з залишків її оболонки сформувалися планети.
- **«Ніцца модель» (Nice model):** Сучасна модель, яка пояснює еволюцію Сонячної системи після формування планет.

Вона свідчить про те, що планети-гіганти мігрували зі своїх початкових орбіт, утворюючи нинішню структуру системи. Розгадка точного механізму формування Сонячної системи (близько 4,5–4,6 млрд років тому з газопилової хмари) дасть людству розуміння унікальності Землі, походження життя, допоможе шукати екзопланети, придатні для життя, та прогнозувати космічні загрози. Це фундаментальне знання, що об'єднує фізику, астрономію та геологію

ТАЄМНИЙ ТАНЕЦЬ ПЛАНЕТ

«Космічний танець» планет Сонячної системи — це гравітаційно синхронізований рух, де небесні тіла обертаються навколо Сонця, перебуваючи в резонансі. В основі цього впорядкованого «хороводу» лежать невидимі гравітаційні нитки, що підтримують стабільність системи протягом мільярдів років. Таємниця полягає в міграції орбіт, резонансному ритмі та впливі прихованих об'єктів.

Ключові особливості «танцю»:

- **Орбітальний резонанс:** Планети часто рухаються з ритмічно співвідносними періодами, утворюючи цілочисельні співвідношення (наприклад, близькі планети роблять 8 обертів за час, поки інші роблять 3).
- **Міграція планет:** Астрономи зазначають, що планети не завжди залишалися на своїх місцях; вони могли мігрувати, формуючи «гарячі Юпітери» або змінюючи внутрішню архітектуру системи.
- **Приховані учасники:** У віддалених регіонах, таких як пояс Койпера, гравітаційний танець коригується невідомими тілами, такими як «Планета Дев'ять», чий вплив пояснює незвичайні траєкторії.
- **Вплив Юпітера:** Будучи гігантом, Юпітер керує динамікою багатьох об'єктів, а його центр мас із Сонцем розташований поза межами самої зірки.

Цей танець — не хаос, а складна система, що еволюціонує та підтримується гравітацією.

ЖОВТИЙ КАРЛИК

Сонце — це центральна зоря нашої системи, віком близько 4,5–5 млрд років, що приховує багато таємниць: активність змінюється кожні 11 років, випромінюючи неймовірну енергію. Основні загадки включають процес нагрівання корони до мільйонів градусів, фізику сонячних плям, приховані магнітні поля та постійну втрату маси.

Головні таємниці та факти про Сонце:

- **11-річний цикл активності:** Сонце не є стабільним, воно має періоди максимуму та мінімуму активності (цикл сонячних плям), який впливає на космічну погоду та Землю.
- **Загадка корони:** Температура зовнішньої атмосфери Сонця (корони) набагато вища, ніж температура його поверхні, що суперечить законам фізики та є об'єктом досліджень.
- **Джерело енергії:** Сонце — це величезна розжарена газова куля, яка перетворює водень на гелій, втрачаючи при цьому свою масу.
- **Магнітні бурі:** Сонячна динамічна обсерваторія допомагає вивчати магнітні поля, які спричиняють спалахи, що впливають на електроніку на Землі.
- **Формування:** Сонце утворилося з газопилової хмари близько 4,5-5 млрд років тому і є зорею середньої величини, так званим "жовтим карликом".
- **Колір:** Сонце насправді має білий колір. Воно випромінює світло в усіх кольорах видимого спектра, і з космосу воно виглядає як яскрава біла куля. Жовтим, помаранчевим або червоним ми бачимо Сонце через земну атмосферу, яка розсіює сині промені, пропускаючи переважно жовто-червоний спектр. Сонце — це «жовтий карлік», але назва жовтий походить від класифікації за температурою, а не через справжній колір.

Таємниці Сонця досліджуються багатьма науковими інструментами для розуміння космічних процесів.

ТАЄМНИЦЯ СОНЯЧНОГО ВІТРУ

Сонячний вітер — це безперервний потік заряджених частинок (плазми, переважно протонів та електронів), що витікає з корони Сонця в міжпланетний простір зі швидкістю 300–1200 км/с. Він формує геліосферу, впливає на магнітосфери планет і спричиняє полярні сьйва, одночасно створюючи загрозу для космічних апаратів та радіозв'язку.

Таємниця сонячного вітру:

Головною таємницею довго залишалося питання: як сонячний вітер розганяється та нагрівається до колосальних температур на великій відстані від Сонця?

- **Розгадка:** Дослідження, зокрема зондом Parker Solar Probe, показали, що частинки прискорюються та нагріваються завдяки так званім **Альвеновським хвилям** (коливанням у магнітному полі). Ці хвилі виникають біля поверхні й передають енергію плазмі, виштовхуючи її, що пояснює аномальне прискорення далеко від зоряного ядра.

Сонячний вітер є не лише "космічним подихом", але й постійним фактором впливу на Землю, що створює магнітні бурі.



Таємничі звуки

Таємничі звуки в Сонячній системі — це переважно перетворені вченими NASA електромагнітні та плазмові хвилі, оскільки у вакуумі космосу звук не поширюється. Планети, як-от Юпітер, Сатурн, Земля та Меркурій, "співають" або видають звуки, схожі на свист і щебет, через взаємодію сонячного вітру з їхніми магнітними полями.

Найцікавіші звукові явища:

- **«Співаючий» Меркурій:** Дослідження показали, що навколо Меркурія виникають загадкові плазмові хвилі, які звучать, коли планета огинає Сонце.
- **Музика Юпітера та Сатурна:** Плазмові хвилі, зафіксовані апаратами, нагадують сигнали роботів або радіоперешкоди.
- **Рев Сонця:** Якби звук міг поширюватися у вакуумі, Сонце звучало б як гучний рев, через конвекційні комірки на його поверхні.
- **Дивна музика Місяця:** Під час місії «Аполлон-10» астронавти чули «свистячі» звуки на зворотному боці Місяця, що ймовірно було інтерференцією радіосигналів.

Ці звуки — це не акустичні хвилі, а інтерпретація даних радіо- та плазмових інструментів, що дозволяє вченим вивчати магнітне середовище космічних тіл.

ПЛАНЕТА 3 ВЕЛИКИМ СЕРЦЕМ

Меркурій — найменша та найближча до Сонця планета, що приховує таємниці у своєму гігантському залізному ядрі (до 85% діаметра), аномально високій щільності та льодовиках у кратерах. Його поверхня, вкрита кратерами, схожа на місячну, а різкі перепади температури від $+430^{\circ}\text{C}$ до -180°C є наслідком відсутності атмосфери.

Основні таємниці та загадки Меркурія:

Гігантське ядро: Меркурій має напроуд велике залізне ядро, яке складає близько 80-85% його діаметра. Вчені припускають, що в минулому планета пережила масштабне зіткнення, яке знищило більшу частину її зовнішньої мантії.

Загадкові льодовики: Незважаючи на екстремальну спеку, на полюсах Меркурія, у вічно затінених кратерах, існують поклади водяного льоду.

Планета, що зменшується: Меркурій продовжує стискатися, оскільки його ядро поступово охолоджується, що призводить до появи гігантських уступів (скель) на поверхні.

Магнітне поле: Планета має слабе магнітне поле, яке взаємодіє з сонячним вітром, що дивує вчених, враховуючи її розмір.

Унікальне обертання: Меркурій обертається навколо своєї осі повільно (59 земних діб), але рухається орбітою дуже швидко (88 діб), створюючи унікальний резонанс 3:2.

Через близькість до Сонця, перші справжні знімки Меркурія з'явилися лише нещодавно. Раніше тільки один космічний апарат (КА) — американський «Маринер-10» — наближався до планети в 1974 та 1975 рр. Він передав відомості, зібрані під час трьох короткострокових прольотів, лише про частину (45%) меркуріанської поверхні.

ТАЄМНИЦЯ СЕСТРА ЗЕМЛІ

З усіх планет Сонячної системи найближча до нас — саме Венера. Ба більше, своїми розмірами і масою вона дуже нагадує Землю, через що їх іноді навіть називають сестрами. Венера обертається навколо своєї осі у зворотному напрямку (ретроградно) порівняно з більшістю планет через **сильний удар на ранніх етапах формування Сонячної системи** або вплив надщільної атмосфери, яка пригальмувала та розвернула планету. Ця таємниця залишається нерозгаданою, оскільки вчені точно не знають причину.

Ось основні гіпотези, чому обертання Венери є унікальним:

- **Гіпотеза зіткнення:** Венера могла зіткнутися з іншим великим космічним тілом у ранній період існування, що змінило кут та напрямок її обертання.
- **Атмосферний вплив:** Через надто щільну атмосферу та повільне обертання, атмосферні приливні хвилі могли зупинити та розвернути планету.
- **Ретроградне обертання:** Венера обертається зі сходу на захід, тому сонце на її поверхні сходить на заході, а заходить на сході.
- **Повільний день:** Венера обертається навколо своєї осі надзвичайно повільно – одна доба там триває довше, ніж рік.

Це унікальне обертання робить Венеру загадковою планетою, яку продовжують вивчати астрономи.

УНІКАЛЬНА ТА НЕПОВТОРНА

Найбільша таємниця **Землі** в астрономії — це її унікальність як єдиної відомої планети з життям. Попри походження з газопилової хмари 4,5 млрд років тому, виникнення складних умов для біосфери залишається загадкою. Астрономи вивчають, як саме сформувався унікальний склад планети після зіткнення з протопланетою Тея, та шукають відповіді у просторі за межами Землі.

Основні астрономічні аспекти та загадки Землі:

- **Унікальність життя:** На відміну від інших планет Сонячної системи, Земля має рідку воду, стабільну атмосферу та магнітне поле, що захищає життя.
- **Таємниця Теї:** Вчені вважають, що 4,5 мільярди років тому з Землею зіткнулася протопланета Тея, що утворило Місяць і вплинуло на склад нашої планети.
- **Утворення 4.6 млрд років тому:** Земля сформувалася з газопилової хмари, але точні механізми виникнення біосфери все ще вивчаються.
- **Загадки орбіти:** Земля — третя від Сонця планета, найбільша серед планет земної групи.

Місяць, єдиний природний супутник Землі, приховує кілька головних астрономічних таємниць. Основні з них — синхронне обертання, через яке ми бачимо лише одну сторону, та загадкові відмінності між видимим і зворотним боком. Місяць зараз не має власного магнітного поля, проте його породи намагнічені. Вчені вважають, що в минулому удар астероїдів посилив магнітне динамо в ядрі, залишивши магнітні сліди. Місяць поступово віддаляється від Землі (близько 3,8 см на рік), що в далекому майбутньому припинить повні сонячні затемнення. А скільки, ще цікавого ми дізнаємось про наш дім, у майбутньому!

ЧЕРВОНА ПЛАНЕТА

Марс — загадкова «Червона планета» з розрідженою атмосферою, де зафіксовано найвищу гору Сонячної системи (Олімп, 22 км) та велетенські пилові бурі. Головні таємниці включають пошуки слідів давнього життя, джерела метану, наявність підземної води та незвичайні блакитні заходи сонця.

Основні таємниці та факти про Марс:

- **Пошуки життя:** Вчені активно шукають докази існування мікробів у минулому або сьогодні, оскільки Марс мав воду.
- **Вода та метан:** На поверхні знайдені сліди давніх річок, а під поверхнею — лід, але походження марсіанського метану, який може бути ознакою життя, залишається невідомим.
- **Особливості атмосфери:** Атмосфера дуже розріджена (1% від земної), на 95% складається з вуглекислого газу, що створює екстремальні умови (середня температура -63°C).
- **Загадкові супутники:** Марс має два крихітні супутники, Фобос і Деймос, які схожі на астероїди. Фобос повільно наближається до планети й через 30-50 млн років може зруйнуватися.
- **Червоний колір:** Поверхня вкрита оксидом заліза (іржею), що надає планеті характерного кольору.
- **Геологічні рекорди:** Гора Олімп — найвищий вулкан, а долина Марінер — одна з найбільших систем каньйонів.
- **Синій захід сонця:** Через розріджену атмосферу та пил, захід сонця має блакитний відтінок.
- **Глобальні бурі:** Пил може покривати всю планету і тривати місяцями.
- **Історія досліджень:** Багато космічних апаратів, особливо радянської серії "Марс", зазнали невдачі, що додає загадковості дослідженню планети

Дослідження тривають, розкриваючи, нам нові таємниці.

НЕВДАЛА ЗІРКА

Юпітер — найбільший газовий гігант Сонячної системи (в 11 разів ширший за Землю), що складається переважно з водню та гелію. Він діє як космічний щит, захищаючи внутрішні планети від комет та астероїдів. Основні таємниці включають вічний шторм "Велика Червона Пляма", потужне магнітне поле та 95 супутників, включаючи крижану Європу, де ймовірно існує океан.

Основні таємниці та факти про Юпітер:

- **«Невдала зірка»:** Юпітер складається з тих самих елементів, що й Сонце (водень і гелій), але йому забракло маси, щоб запалити термоядерну реакцію.
- **Велика Червона Пляма:** Це планетарний ураган, який більший за Землю і вирує вже понад 300 років.
- **Екстремальні шторми:** Атмосфера планети — це бурхливі шари, де швидкість вітру сягає сотень кілометрів на годину, а блискавки в тисячі разів потужніші за земні.
- **Найкоротша доба:** День на Юпітері триває всього близько 10 годин, через що планета трохи сплюснута на полюсах.
- **Загадкові супутники:** У планети щонайменше 95 відомих супутників, серед яких Європа (має підлідний океан) та Іо (найбільш вулканічно активне тіло в Сонячній системі).
- **Внутрішнє тепло:** Юпітер випромінює вдвічі більше енергії, ніж отримує від Сонця, що свідчить про активні процеси всередині.

Вивченням цієї планети займається космічний зонд NASA «Юнона», який досліджує її атмосферу та магнітне поле з 2016 року.

ШОСТА ПЛАНЕТА

Сатурн — газовий гігант, шоста планета від Сонця, що вражає кільцями з криги та пилу, рекордною кількістю супутників (понад 140) та бурхливою атмосферою. Основні таємниці включають загадковий шестикутний шторм на полюсі, ймовірні підлідні океани на супутниках Титан та Енцелад, а також молодий вік кілець. Його щільність менша за воду.

Головні таємниці планети Сатурн:

- **Шестикутний шторм:** На північному полюсі планети існує стійкий атмосферний вихор правильної шестикутної форми, діаметром більшим за Землю. Його походження досі викликає дискусії серед вчених.
- **Походження кілець:** Кільця Сатурна складаються з мільярдів частинок льоду та каміння, але вони можуть бути відносно молодими (близько 400 млн років), що вказує на те, що вони сформувалися набагато пізніше за саму планету.
- **Життя на супутниках:** Титан — єдиний супутник у Сонячній системі з щільною атмосферою та метановими озерами, а Енцелад викидає гейзери, що свідчить про наявність підлідного океану, де теоретично можливе життя.
- **Аномально швидкі вітри:** В атмосфері вирують вітри зі швидкістю до (1800 км/год), що набагато швидше, ніж на Юпітері.
- **Найменша щільність:** Це єдина планета, чия середня щільність менша за щільність води. Якби існував достатньо великий океан, Сатурн би плавав на його поверхні.

Кільця Сатурна — це велична система з мільярдів крижаних частинок, що обертаються навколо шостої планети, складаючись переважно з водяного льоду та пилу. Таємниці включають їхню відносно молодість (за космічними мірками), постійну зміну яскравості та швидке зникнення частинок, що змушує вчених прогнозувати їх зникнення у майбутньому, а у 2025 році вони стануть майже невидимими через ракурс огляду з Землі.

ПЛАНЕТА ЛЕЖЕБОКА

Уран — сьома планета Сонячної системи. Це крижаний гігант із діаметром у 4 рази більшим за земний. Його головні таємниці — унікальне обертання «на боці» (нахил 98 градусів), екстремально низька температура (49К), дивне магнітне поле та блакитний відтінок атмосфери.

Основні таємниці планети Уран:

- **Обертання «лежачи на боці»:** На відміну від інших планет, вісь обертання Урана нахилена на 98 градусів, ніби він котиться по орбіті. Ймовірна причина — зіткнення з величезним астероїдом у минулому.
- **Екстремальні сезони:** Через такий нахил полярні області Урана отримують більше сонячної енергії, ніж екваторіальні, а сезони тривають по 42 роки.
- **Найхолодніша планета:** Уран є найхолоднішою планетою Сонячної системи (температура близько -224°C або 49К), хоча Нептун розташований далі від Сонця.
- **Слабке внутрішнє тепло:** На відміну від Юпітера та Сатурна, Уран майже не виділяє внутрішнього тепла, що робить його атмосферу більш спокійною, але причини цього досі не з'ясовані.
- **Дивна магнітосфера:** Магнітне поле планети значно зміщене від центру і нахилене до осі обертання, що робить його унікальним у Сонячній системі. Найдивніше серед планет; створює плазмоїди.
- **Аномалія "Вояджера-2":** Вчені припускають, що у 1986 році, коли зонд «Вояджер-2» пролітав повз Уран, планета перебувала під впливом надзвичайно потужної сонячної бурі, що могло спотворити дані про її магнітне поле.
- Орбіта 84 роки; повний оберт — 17 год 14 хв, найшвидший серед гігантів.

Ці факти роблять Уран королем загадок.

КРИЖАНИЙ ГІГАНТ

Нептун — найвіддаленіший крижаний гігант Сонячної системи, оповитий таємницями: шалені вітри (>2000 км/год), насичений синій колір, внутрішнє тепло та загадкові кільця. Дослідження вказують на незрозумілу динаміку атмосфери та унікальний супутник Тритон, який рухається у зворотному напрямку.

Основні таємниці та загадки Нептуна:

- **Джерело внутрішнього тепла:** Нептун отримує дуже мало енергії від Сонця, але випромінює в 2,6 рази більше тепла, ніж поглинає. Досі незрозуміло, що саме генерує цю енергію в його надрах.
- **Шалені вітри:** Незважаючи на холод, це найшвидші вітри в Сонячній системі. Вчені не знають, що живить їхню потужність.
- **Загадковий колір:** Глибокий синій колір пов'язують з метаном, але точний склад атмосфери, що дає такий відтінок, досі вивчається.
- **Таємничі кільця:** Нептун має кільця, які, на відміну від кілець Сатурна, неоднорідні та мають "дуги" — скупчення пилу, які не розлітаються, що суперечить законам фізики.
- **Тритон** — "чужинець": Найбільший супутник Тритон обертається навколо Нептуна у зворотному напрямку (ретроградний рух), що свідчить про те, що він був захоплений гравітацією планети з Поясу Койпера, а не сформувався разом із нею.

Нептун було відкрито не через телескоп, а за допомогою математичних розрахунків, коли вчені помітили незрозумілі коливання в орбіті Урана.

ТАЄМНИЦЯ ЗНИКНЕННЯ ДЕВ'ЯТОЇ ПЛАНЕТИ

Плутон був відкритий у 1930 році як дев'ята планета, але через крихітний розмір (менший за Місяць) та відкриття у 1990-х роках безлічі подібних об'єктів у поясі Койпера, у 2006 році Міжнародний астрономічний союз позбавив його статусу планети. Плутон офіційно став «карликовою планетою», що стало головним розчаруванням в астрономії ХХ століття. Таємниця «зникнення» дев'ятої планети має два аспекти: формальне позбавлення статусу планети Плутона у 2006 році через його малий розмір та розташування в поясі Койпера, а також триваючі пошуки гіпотетичного крижаного гіганта (Планети Дев'ять), що, ймовірно, ховається далеко за орбітою Нептуна, впливаючи гравітацією на інші космічні об'єкти.

Ключові факти про таємницю Дев'ятої планети:

- **Тріумфальне відкриття (1930):** Американський астроном Клайд Томбо, який шукав «Планету Х» за орбітою Нептуна, виявив Плутон, який одразу назвали дев'ятою планетою Сонячної системи.
- **Самотність на околиці:** Довгий час Плутон вважався унікальним об'єктом. Лише через десятиліття вчені зрозуміли, що він — лише один із безлічі крижаних світів на краю системи.
- **Криза ідентичності (1990-ті):** У поясі Койпера виявили інші великі тіла, порівнянні з Плутоном (Ерида, Церера), що поставило питання: чи вважати їх усі планетами?
- **Плутон — не планета:** З 2006 року Міжнародний астрономічний союз класифікує Плутон як карликову планету, оскільки він не є гравітаційно домінуючим у своєму районі.
- **Гіпотетична «Планета 9»:** Астрономи Каліфорнійського технологічного інституту припускають існування масивного тіла (в 5–10 разів масивнішого за Землю) на дуже витягнутій орбіті, у 400–800 разів далі від Сонця, ніж Земля.

- **Чому її не знайшли:** Вона знаходиться надзвичайно далеко, дуже темна і, можливо, прихована в захарщеному поясі Койпера. Орбіти кількох далеких крижаних об'єктів поза Нептуном згруповані дивним чином, наче їх впорядковує гравітація великого тіла.
- **Ймовірні характеристики:** Об'єкт, ймовірно, є «суперземлею» або крижаним гігантом, що знаходиться в 400–800 разів далі від Сонця, ніж Земля.
- **Гравітаційні докази:** Дослідження 2024–2025 років підтверджують, що аномальні орбіти далеких транснептунових об'єктів вказують на присутність великого прихованого об'єкта.
- **Альтернативні теорії:** Деякі вчені вважають, що Сонячну систему могла потрясти проходяча зірка, що вплинуло на околиці системи, або ж планета є чорною дірою розміром з тенісний м'яч.

Попри десятиліття пошуків, прямих доказів існування Планети X поки немає, проте статистичні моделі продовжують підтверджувати її ймовірність. Пошуки тривають, і вчені сподіваються знайти підтвердження існування цього загадкового світу найближчими роками. Якщо планету знайдуть, це допоможе краще зрозуміти еволюцію Сонячної системи, а не змінить її поточну динаміку

Тим не менш, Плутон залишається найбільшим об'єктом пояса Койпера, а дані апарата New Horizons, який пролетів повз нього у 2015 році, показали, що це геологічно активний і неймовірно красивий світ.

СИСТЕМА В СИСТЕМІ

Система Плутона — це унікальна «міні-сонячна система» в поясі Койпера, що складається з карликової планети та п'яти відомих супутників. Найбільший супутник, Харон, настільки великий порівняно з Плутоном (його маса менша лише у 8,6 раз), що вони обертаються навколо спільного центра мас поза поверхнею Плутона, утворюючи подвійну систему.

Основні компоненти системи Плутона:

- **Плутон:** Карликова планета діаметром близько 2376 км, вкрита азотним та водяним льодом.
- **Харон:** Найбільший супутник. Через схожість розмірів (діаметр Харона становить приблизно половину діаметра Плутона) їх часто називають подвійною карликовою планетою.
- **Чотири малі супутники:** Стікс, Нікта, Кербер і Гідра, які були відкриті пізніше і обертаються навколо пари Плутон—Харон.

Система примітна екстремальним холодом (близько -229°C) та складною гравітаційною взаємодією.

Система Плутона — це загадковий світ на околиці Сонячної системи, який здивував учених своєю геологічною активністю, крижаними горами, азотними льодовиками та наявністю складної атмосфери з плазмовим хвостом.

ТАЄМНИЧА ЗАГРОЗА

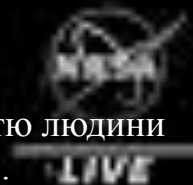
Астероїди, комети та метеорити — це «малі тіла» Сонячної системи, які є залишками її формування 4.56 млрд років тому. Астероїди (камінні/металеві) мешкають переважно між Марсом і Юпітером, комети (льодяні) прилітають з околиць системи, утворюючи хвости, а метеорити — це уламки, що впали на Землю.

Основні таємниці космічних мандрівників:

- **Комети («брудні сніжки»):** Складаються із замерзлих газів та пилу. Наближаючись до Сонця, вони тануть, утворюючи голову та хвіст, спрямований завжди від Сонця через сонячний вітер.
- **Астероїди (малі планети):** Це кам'яні або металеві уламки неправильної форми, розміром від метрів до 1000 км. Найбільший астероїд — Церера.
- **Метеорити (посланці):** Коли астероїди стикаються, утворюються уламки (метеороїди). Якщо вони влітають в атмосферу Землі, вони згорають як «падаючі зірки» (метеори), а ті, що падають на поверхню, стають метеоритами.
- **Зв'язок із життям:** Вважається, що комети та астероїди могли занести на Землю воду та органічні сполуки, необхідні для виникнення життя.
- **Загроза з космосу:** Вчені активно досліджують навколосемні астероїди, щоб запобігти зіткненням.

Вивчення цих тіл, зокрема місії до астероїдів (наприклад, Psyche), допомагає розкрити еволюцію Сонячної системи.

2. Напрямок "Технологічні обмеження".



Аналіз можливостей людства. Дослідження планет Сонячної системи з явною (пілотованою) присутністю людини — це завдання, яке при сучасних технологіях займе не десятиліття, а століття. Якщо говорити про відвідування кожної планети по черзі, то це процес, розрахований на багато поколінь, через величезні відстані, технічні обмеження та безпекові ризики

2.1 Швидкість та відстань: Скільки часу займе політ? Час польоту до планет (в один бік)

Місяць: 3-4 дні (вже реалізовано).

Марс: ~8-9 місяців (при швидкому польоті), найближча ціль для колонізації.

Венера: ~5 місяців (але посадка людини неможлива через температуру $>450^{\circ}\text{C}$ та тиск).

Юпітер: >4 -5 років (навіть з гравітаційними маневрами).

Сатурн: >7 -10 років.

Уран/Нептун: 20-30+ років.

Ключові перешкоди, що впливають на час

Вікна запуску: Земля і Марс зближуються лише раз на 26 місяців. Для зовнішніх планет такі вікна ще рідші.

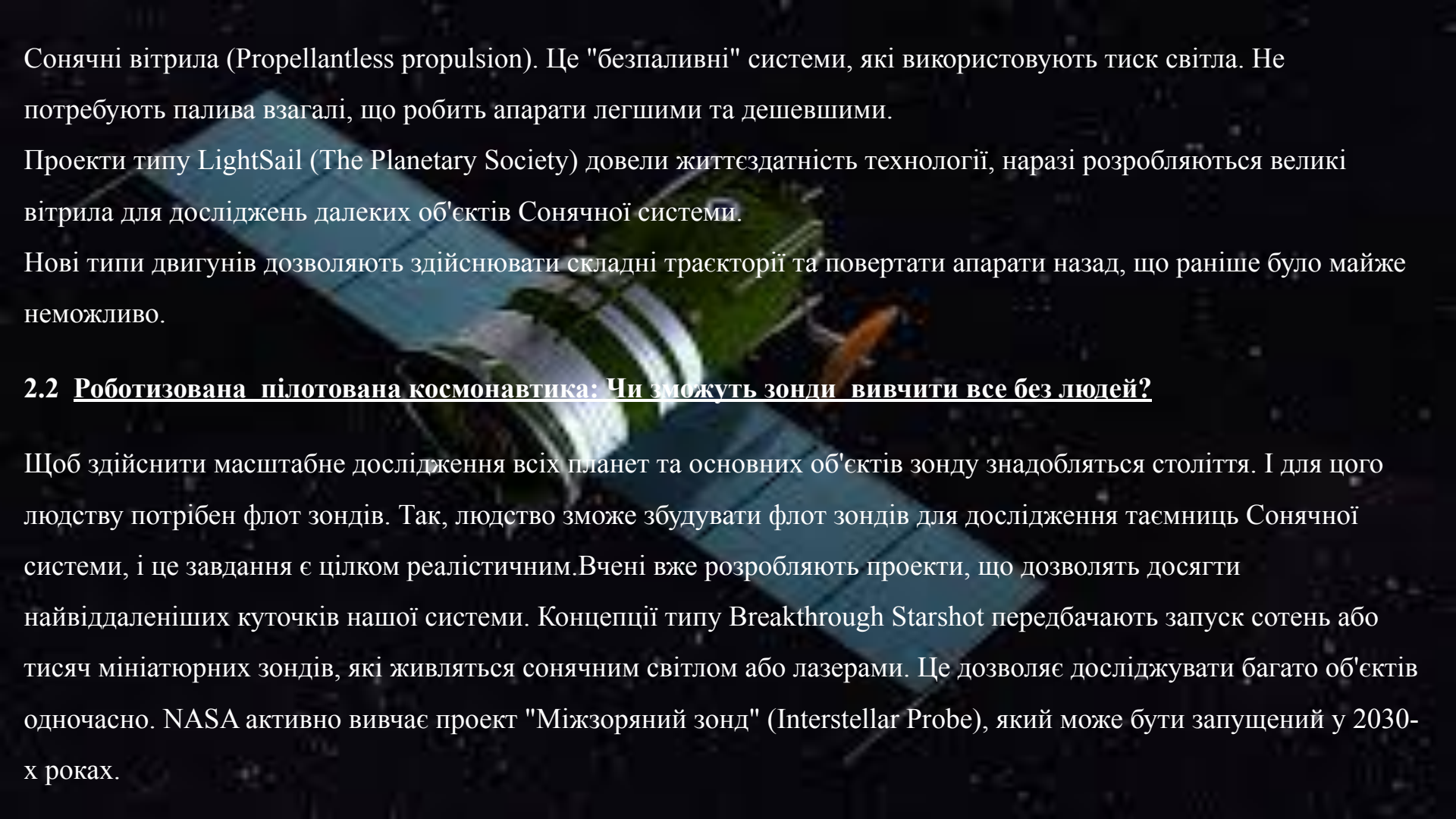
Радіація: Політ до Юпітера і далі вимагає надпотужного захисту, який важко реалізувати зараз.

Відсутність твердої поверхні: Газові гіганти (Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун) не дозволяють людині "стати ногами" на поверхню, дослідження можливе лише з орбіти або посадкою на супутники (наприклад, Титан).

Довговічність техніки: Як створити апарати, що працюватимуть століттями в умовах радіації та екстремальних температур.

Чи потрібні нові двигуни (ядерні, термоядерні)? Так, нові типи двигунів критично необхідні для дослідження Сонячної системи, оскільки традиційні хімічні ракети досягли своїх фізичних меж. Електричні (іонні та плазмові) двигуни. Це вже реальність, яка активно використовується. NASA використовує такі двигуни, наприклад, у місії Dawn. Розробляються потужніші 12-кіловатні установки AEPS (Advanced Electric Propulsion System) для місячних та глибоких космічних місій.

Ядерні ракетні двигуни (ЯРД/НТР) - Це наступний крок для пілотованих польотів. NASA та DARPA розробляють проект DRACO (Demonstration Rocket for Agile Cislunar Operations), який має на меті здійснити перший політ ядерного двигуна вже у 2027 році.



Сонячні вітрила (Propellantless propulsion). Це "безпаливні" системи, які використовують тиск світла. Не потребують палива взагалі, що робить апарати легшими та дешевшими.

Проекти типу LightSail (The Planetary Society) довели життєздатність технології, наразі розробляються великі вітрила для досліджень далеких об'єктів Сонячної системи.

Нові типи двигунів дозволяють здійснювати складні траєкторії та повертати апарати назад, що раніше було майже неможливо.

2.2 Роботизована пілотована космонавтика: Чи зможуть зонди вивчити все без людей?

Щоб здійснити масштабне дослідження всіх планет та основних об'єктів зонду знадобляться століття. І для цього людству потрібен флот зондів. Так, людство зможе збудувати флот зондів для дослідження таємниць Сонячної системи, і це завдання є цілком реалістичним. Вчені вже розробляють проекти, що дозволять досягти найвіддаленіших куточків нашої системи. Концепції типу Breakthrough Starshot передбачають запуск сотень або тисяч мініатюрних зондів, які живляться сонячним світлом або лазерами. Це дозволяє досліджувати багато об'єктів одночасно. NASA активно вивчає проект "Міжзоряний зонд" (Interstellar Probe), який може бути запущений у 2030-х роках.

Основні складнощі:

Енергозабезпечення: На великих відстанях від Сонця сонячні панелі неефективні, тому необхідні ядерні джерела енергії (РІТЕГи).

Зв'язок: Передача даних із зондів на відстані тисяч астрономічних одиниць вимагає надпотужних передавачів та чутливих приймачів на Землі.

Час: Навіть із новими технологіями політ до ближчих зірок займе десятиліття або століття, тому пріоритетом є саме глибоке вивчення Сонячної системи.

Довговічність техніки: Як створити апарати, що працюватимуть століттями в умовах радіації та екстремальних температур.

Для детального вивчення Сонячної системи потрібні не «зонд», а сотні місій, розтягнутих на століття. Проте, ми вже отримали колосальний обсяг даних, який продовжує оновлюватися.

3. Напрямок "Біологічні обмеження": Чи встигне людина? Дослідження можливості довготривалих космічних подорожей.

Вплив космосу: Радіація, мікрогравітація, психологічна ізоляція.

Термін життя: Питання про те, чи вистачить людського життя для польотів до інших планет Сонячної системи, має два різні аспекти: **фізична можливість долетіти** (так, вистачить) та **безпека і практичність** (зараз це надзвичайно складно).

Ресурси: таливо, їжа, вода, кисень. На сучасному етапі розвитку технологій людству **не вистачить** запасів їжі та ресурсів для **тривалих** польотів на інші планети.

Чи потрібна технологія анабіозу (гібернації) для польотів? Анабіоз (або штучна сплячка/гібернація) не є обов'язковим для дослідження Сонячної системи в межах Марса, але стає критично необхідним для довготривалих пілотованих місій до зовнішніх планет (Юпітер, Сатурн тощо). Основні причини, чому анабіоз розглядають для космонавтики:

Економія ресурсів: Під час глибокого сну (анабіозу) метаболізм людини значно знижується, що дозволяє зменшити споживання кисню, води та їжі.

Психологічний комфорт: Тривала ізоляція в замкнутому просторі є психологічно важкою. Анабіоз дозволяє уникнути конфліктів та нудьги під час багаторічних польотів.

Захист від радіації: Введення в стан сплячки теоретично може підвищити стійкість організму до космічної радіації, яка є величезною проблемою для міжпланетних перельотів.

На даний момент введення людини в повноцінний анабіоз ще не реалізовано, проте вчені активно досліджують різні методи. Це - довгострокова перспектива (50-100+ років)

4. Напрямок Автономність: Чи зможуть майбутні покоління людей жити та досліджувати в космосі без допомоги Землі?

Прогнози щодо повної автономії людства у дослідженні Сонячної системи без залежності від Землі варіюються від оптимістичних (кілька десятиліть) до дуже обережних (століття). Основна складність полягає не лише в технологіях, а й у створенні самодостатньої екосистеми, здатній відтворювати ресурси.

Основні виклики:

Радіація та здоров'я: Захист від космічного випромінювання та адаптація до низької гравітації.

Генетична різноманітність: Для сталого розвитку колонії потрібна значна кількість людей (сотні або тисячі), щоб уникнути генетичних проблем.

Роботизація та ШІ: Розвиток автономних роботів, здатних будувати бази та видобувати ресурси без втручання людини.

Дослідження показують, що повна автономія — це стратегічний, довгостроковий процес, де час вимірюється десятиліттями та століттями

5.Напрямок "Філософія невідомого": Чи існує кінець знанням?

Парадокс пізнання: Чи не породжує кожна розкрита таємниця дві нові? Чому неможливо знати «все»?

1. **Постійні зміни:** Сонячна система динамічна. Комети прилітають, астероїди рухаються, атмосфери планет змінюються.

2. **Технологічний прогрес:** Сьогоднішні інструменти здаються примітивними через 20 років. Те, що ми вважаємо «таємницею» сьогодні, через 50 років буде базовим фактом, а нові таємниці потребуватимуть нових технологій.

Поняття "все": Динаміка Хаосу: Ми ніколи не зможемо передбачити точну траєкторію кожного дрібного астероїда на мільйони років вперед через математичну нестабільність.

Квантова природа Сонця: Процеси всередині сонячного ядра ми ще довго вивчатимемо лише за допомогою непрямих методів (нейтрино).

Як підсумувати дослідження? Дослідження має завершитися сценаріями:

1. **Оптимістичний:** ШІ та нові досягнення та розробки дозволяють вивчити кожен об'єкт за 1000 років.
2. **Реалістичний:** Ми дізнаємося 99% фундаментальних таємниць, але дрібні деталі залишаться невідомими.
3. **Песимістичний:** Космічна радіація або техногенні катастрофи зупинять дослідження.

Ключовий висновок: Для повного "явного" дослідження Сонячної системи людству знадобиться **не менше 1000-2000 років** активного технологічного та економічного розвитку, оскільки зараз ми здатні реально відправити людину лише на Місяць і, в перспективі, на Марс. Людство, ймовірно, **не зможе дізнатися абсолютно все**, оскільки деякі події минулого назавжди втрачені, а природа настільки різноманітна, що нові відкриття створюють нові питання. Проте, з розвитком технологій (роботизовані місії, штучний інтелект) ми зможемо значно розширити наші знання, знайти відповідь на питання про існування життя та зрозуміти механізми функціонування Сонячної системи набагато глибше. Людство здатне дослідити **більшість** великих таємниць Сонячної системи, картувати її та зрозуміти механізми її функціонування. Проте, концепція "пізнати всі таємниці" є недосяжною через обмеженість інструментів та безмежність космічних явищ. Як кажуть дослідники, "наука допомагає розуміти те, що ми можемо спостерігати, але ми бачимо лише крихітну частину".

Джерела інформації

<https://depositphotos.com/ru/photos/%D0%B7%D0%B2%D0%B5%D0%B7%D0%B4%D0%B8.html>

<https://science.nasa.gov/missions/hubble/nasas-hubble-discovers-another-moon-around-pluto/>

<https://www.spaceweatherlive.com/uk/dopomoga/sonyachniy-viter.html#:~:text=%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%B5%D1%80%20%2D%20%D1%86%D0%B5%20%D0%BF%D0%BE%D1%82%D1%96%D0%BA%20%D0%B7%D0%B0%D1%80%D1%8F%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BA.%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%BE%20%D0%B7%D0%BC%D1%96%D0%BD%D1%8E%D1%94%D1%82%D1%8C%D1%81%D1%8F%20%D0%B2%20%D1%88%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96%2C%20%D1%89%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96%20%D1%82%D0%B0%20%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D1%96.>

<https://t4.com.ua/science/vcheni-vyavyly-dzherelo-sonyachnogo-vitru/>

<https://www.spaceweatherlive.com/uk/dopomoga/sonyachniy-viter.html#:~:text=%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%B5%D1%80%20%2D%20%D1%86%D0%B5%20%D0%BF%D0%BE%D1%82%D1%96%D0%BA%20%D0%B7%D0%B0%D1%80%D1%8F%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BA.%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%BE%20%D0%B7%D0%BC%D1%96%D0%BD%D1%8E%D1%94%D1%82%D1%8C%D1%81%D1%8F%20%D0%B2%20%D1%88%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96%2C%20%D1%89%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96%20%D1%82%D0%B0%20%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D1%96.>

<http://www.astrosvit.in.ua/statti/soniachna-systema/systema-pluton-kharon-vidkryttia-i-doslidzhennia>

https://universemagazine.com/velyki-tayemnyy-ci-neptuna/?srsltid=AfmBOop_nfm0_BNZ1K8FR-LU6ODxuhosXAdS9MYb6857EBZ_g1L0gObx

<https://portaltele.com.ua/news/kosmos/tayemnica-anomaliya-v-istoriyi-urana-yak-podiya-1986-roku-zminila-poglyad-na-planetu.html>

<http://www.sai.msu.su/ng/solar/saturn/main.htm>

Джерела інформації

<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%81%D0%B5%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82>

<https://dovidka.biz.ua/hto-vidkriv-planeti-sonyachnoyi-sistemi>

<https://news.blog.net.ua/media/2025/08/Zemlia-ta-sestry-Planety-Soniachnoi-systemy-narodzheni-u-kosmichnomu-tantsi-1536x864.png>

<https://expedicia.org/adresa-zemli/>

<https://news.blog.net.ua/2025/08/zemlia-ta-sestry-planety-soniachnoi-systemy-narodzheni-u-kosmichnomu-tantsi-ranishe-nizh-dumaly/>

https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%80%D0%BC%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D1%82%D0%B0_%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%97%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B8

<https://www.bbc.com/ukrainian/features-51547406>

<https://universemagazine.com/uk/planeta-kotoruyu-my-poteryali-pyat-faktov-pro-pluton-kotorve-vy-ne-znali/#:~:text=18%20%D1%84%D0%B5%D0%B2%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8F%201930%20%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B0%2C%20%D0%B7%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D0%B2%D1%88%D0%B8%D0%B9%D1%81%D1%8F%20%D0%BF%D0%BE%D0%B8%D1%81%D0%BA%D0%B0%D0%BC%D0%B8%20%D0%BD%D0%B5%D1%83%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D0%B9.%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%20%D0%9A%D0%BB%D0%B0%D0%B9%D0%B4%20%D0%A2%D0%BE%D0%BC%D0%B1%D0%BE%20%D0%BE%D0%B1%D0%BD%D0%B0%D1%80%D1%83%D0%B6%D0%B8%D0%BB%20%D1%81%D0%BC%D0%B5%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%BA%D1%80%D0%BE%D1%85%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%BE%D0%B9%20%D0%B7%D0%B2%D0%B5%D0%B7%D0%B4%D0%BE%D1%87%D0%BA%D0%B8>

[Сонячний вітер](#) // [Астрономічний енциклопедичний словник](#) / за заг. ред. І. А. Климишина та А. О. Корсунь. — Львів : Голов.

астроном. обсерваторія НАН України : Львів. нац. ун-т ім. Івана Франка, 2003. — С. 437-438

<https://www.fizykaua.com/post/formuvannia-ta-evoliutsiia-soniachnoi-systemy-vid-protoplanetnoho-diska-do-suchasnosti>

https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0

Джерела інформації

[http://www.astrosvit.in.ua/statti/sontse-s/yakoho-koloru-sontse#:~:text=1\)%20\(%D0%9F%D0%BE%D0%B3%D0%BB%D1%8F%D0%B4%20%D0%B7%20%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%83%20%D0%B7%20%D0%BE%D1%80%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%B8%20%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%96,%D0%B1%D1%83%D0%B4%D1%8C%2D%D1%8F%D0%BA%D1%96%D0%B9%20%D1%85%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D1%96%20%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%B4%D1%96%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D1%83%20\(~400%E2%80%94600%20%D0%BD%D0%BC\)%20%D0%B2%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B0](http://www.astrosvit.in.ua/statti/sontse-s/yakoho-koloru-sontse#:~:text=1)%20(%D0%9F%D0%BE%D0%B3%D0%BB%D1%8F%D0%B4%20%D0%B7%20%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%83%20%D0%B7%20%D0%BE%D1%80%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%B8%20%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%96,%D0%B1%D1%83%D0%B4%D1%8C%2D%D1%8F%D0%BA%D1%96%D0%B9%20%D1%85%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D1%96%20%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%B4%D1%96%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D1%83%20(~400%E2%80%94600%20%D0%BD%D0%BC)%20%D0%B2%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B0).

<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5#:~:text=%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5%20%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%B8%D1%82%D1%8C%20%D0%BC%D0%B0%D0%B9%D0%B6%D0%B5%20%D0%B1%D1%96%D0%BB%D0%B8%D0%BC%20%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%BE%D0%BC%2C%20%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D0%BA%20%D1%87%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B7,%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F%20%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%85%D0%BD%D1%96%20%D0%BD%D0%B0%D1%88%D0%BE%D1%97%20%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%20%D0%BD%D0%B0%D0%B1%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%94%20%D0%B6%D0%BE%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%B2%D1%96%D0%B4%D1%82%D1%96%D0%BD%D0%BA%D1%83>.

<https://maxpolyakov.com/ua/jak-liudstvo-vyvchalo-veneru/#:~:text=%D0%9D%D0%B0%20%D0%B4%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D1%87%D1%83%20%D0%B4%D0%BE%20%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%B7%D1%8F%D1%81%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D1%81%D1%8F%2C%20%D1%89%D0%BE%20%D0%92%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0,%D0%B2%D1%81%D1%96%20%D1%96%D0%BD%D1%88%D1%96%20%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%20%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%97%20%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B8%20%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%8E%D1%82%D1%8C%D1%81%D1%8F%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B8>

Джерела інформації

[.tps://www.google.com/imgres?q=%D1%82%D0%B0%D1%94%D0%BC%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%96%20%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%20%D0%9C%D0%B0%D1%80%D1%81&imgurl=https%3A%2F%2Fwem.ua%2Fwp-content%2Fuploads%2F2025%2F11%2Fczikavi-fakty-pro-mars.webp&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwem.ua%2Fczikavi-fakty-pro-mars-tayemnychi-chervonoyi-planety-rozkryti%2F&docid=5pvdW10aeaQefM&tbnid=whjymtvoQdarvM&vet=12ahUKEwjvseHXvOuTAXVQLBAIHQ80HTkQnPAOegQIGhAB..i&w=1066&h=659&hcb=2&ved=2ahUKEwjvseHXvOuTAXVQLBAIHQ80HTkQnPAOegQIGhAB](https://www.google.com/imgres?q=%D1%82%D0%B0%D1%94%D0%BC%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%96%20%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%20%D0%9C%D0%B0%D1%80%D1%81&imgurl=https%3A%2F%2Fwem.ua%2Fwp-content%2Fuploads%2F2025%2F11%2Fczikavi-fakty-pro-mars.webp&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwem.ua%2Fczikavi-fakty-pro-mars-tayemnychi-chervonoyi-planety-rozkryti%2F&docid=5pvdW10aeaQefM&tbnid=whjymtvoQdarvM&vet=12ahUKEwjvseHXvOuTAXVQLBAIHQ80HTkQnPAOegQIGhAB..i&w=1066&h=659&hcb=2&ved=2ahUKEwjvseHXvOuTAXVQLBAIHQ80HTkQnPAOegQIGhAB)

http://www.astron.kharkov.ua/asteroids/ru/research/p_approach.html

<https://wem.ua/ru/yak-utvoryvsya-poyas-asteroyidiv-tayemnychi-kosmichnyh-ulamkiv/>

<https://www.slideshare.net/slideshow/ss-80064749/80064749>

<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSpVqGnvgPSIkupVwRM7Fn6VHNcUrUy0-zxtw&s>

Відьмаченко, А.П.; Мороженко, О.В. (2013). Порівняльна планетологія. Навчальний посібник. Київ: ТОВ ДІА.

[https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AE%D0%BF%D1%96%D1%82%D0%B5%D1%80_\(%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%AE%D0%BF%D1%96%D1%82%D0%B5%D1%80_(%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B0))

<http://www.astrosvit.in.ua/statti/soniachna-systema/zahadkovyi-merkurii-vyvchaiut-kosmichni-aparaty?showall=1&limitstart=>

<https://universemagazine.com/ru/prosto-o-slozhnom-pochemu-stoit-posmotret-na-merkurij/?srsrltid=AfmBOootQN7drOcoSsETRTOVgffyDu5elDCw4E0mfNTeNx1UuihWppsO>

Джерела інформації

www.weforum.org/stories/2025/02/space-12-transformative-technologies/

<https://pubs.aip.org/aip/rsi/article-abstract/73/2/1079/724848/Propulsion-technologies-for-exploration-of-the?redirectedFrom=fulltext>

<https://science.nasa.gov/resource/oort-cloud-and-scale-of-the-solar-system-infographic/#:~:text=Much%20of%20interstellar%20space%20is,years%20to%20fly%20beyond%20it.>

<https://universemagazine.com/do-sedny-za-desyat-rokiv-yadernyj-rushij-i-sonyachne-vitrylo/?srsltid=AfmBOoro5Wocjs3OaWKg7goQFKGFmpa191FvTvK51u3i9h2-qGkK6edN#:~:text=%D0%86%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D1%96%20%D0%B4%D0%BE%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8%20%D0%B7%D0%B0%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%B%D0%B8%20%D0%B4%D0%B2%D1%96%20%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%96%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5%D0%BF%D1%86%D1%96%D1%97%2C%20%D0%B7%D0%B4%D0%B0%D1%82%D0%BD%D1%96,%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%97%20%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%20%D0%A1%D0%B5%D0%B4%D0%BD%D0%B0%20%D1%83%D1%81%D1%8C%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%B7%D0%B0%20%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B5%20%D0%B4%D0%B5%D1%81%D1%8F%D1%82%D0%B8%D0%BB%D1%96%D1%82%D1%82%D1%8F.>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0094576522003484>

<https://www.sciencing.com/space-probes-advantages-disadvantages-8287153/>

Джерела інформації

<https://umj.com.ua/uk/novyna-167827-meditsina-majbutnogo-vcheni-vpershe-vveli-lyudinu-v-anabioz>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S009457651731812X>

https://www.reddit.com/r/space/comments/1ahh136/colonization_predictions/#:~:text=Discussion.%20%20was%20listening%20to%20a%20talk.63%20Downvote%2079%20Go%20to%20comments%20Share.

https://www.researchgate.net/publication/359368799_Predictions_and_Possible_Solutions_for_the_Sustainability_of_Mars_Settlement

<https://www.nashenebo.in.ua/nauka/smert-sontsia-mozhe-oznachaty-nove-zhyttia-u-zovnishnii-soniachnii-systemi#:~:text=%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%BE%20%D1%87%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B7%205%20%D0%BC%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%8F%D1%80%D0%B4%D1%96%D0%B2%20%D1%80%D0%BE%D0%BA%D1%96%D0%B2%20%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B5.%D0%B7%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%B8%D1%82%D1%8C%20%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D1%83%20%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%83.%20%D0%9E%D0%BA%D0%B5%D0%B0%D0%BD%D0%B8%20%D0%B2%D0%B8%D0%BF%D0%B0%D1%80%D1%83%D1%8E%D1%82%D1%8C%D1%81%D1%8F%20%D0%B9%20%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%BE%D1%85%D0%BD%D1%83%D1%82%D1%8C.>