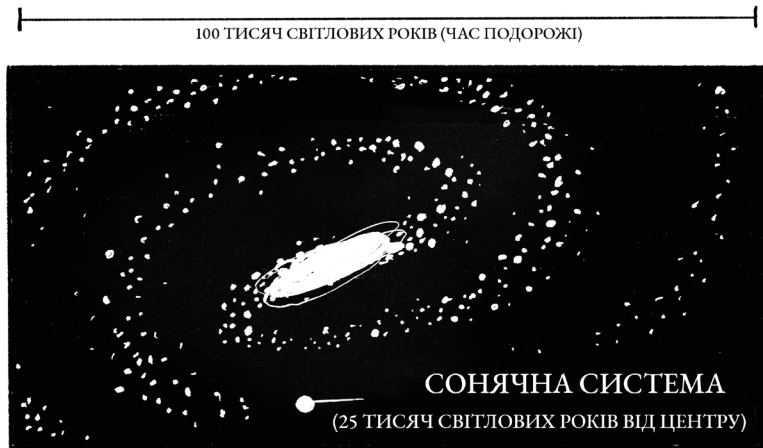
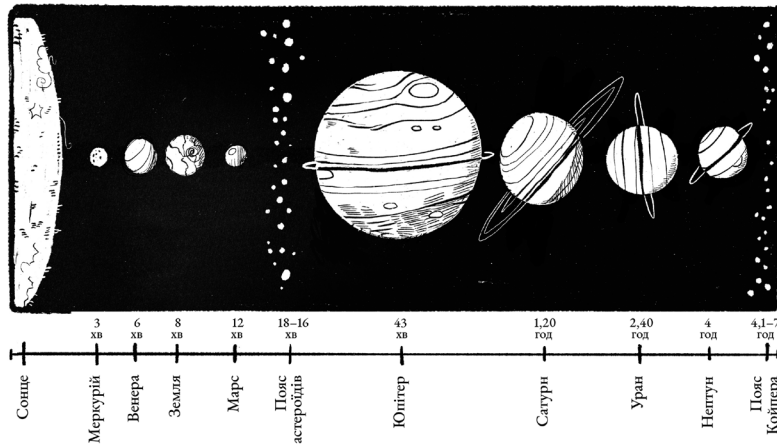


НАША ГАЛАКТИКА: ЧУМАЦЬКИЙ ШЛЯХ



ЧАС ПРОХОДЖЕННЯ СВІТЛА ВІД СОНЦЯ



ШВИДКІСТЬ СВІТЛА ~ 9,4 ТРИЛЬЙОНА КМ НА РІК

1 СЕК: ЗЕМЛЯ — МІСЯЦЬ (384 ТИСЯЧІ КМ)
8 ХВ: ЗЕМЛЯ — СОНЦЕ (149 МЛН КМ)

10-600 ДНІВ: СОНЦЕ — ХМАРА ООРТА
(7,5 – 15 ТРИЛЬЙОНІВ КМ)
4 СВІТЛОВІ РОКИ: ПРОКСИМА ЦЕНТАВРА
(40 ТРИЛЬЙОНІВ КМ)

РОЗДІЛ 1

НА ПОРОЗІ ВІДНАЙДЕННЯ ЖИТТЯ У КОСМОСІ

Світи в космосі такі ж самі незчисленні, як і піщинки на всіх пляжах Землі. Кожен світ так само справжній, як і наш, та кожен із них — це низка випадків, подій, пригод, які впливають на його майбутнє. Незліченні світи, незлічимі моменти, неосяжність простору та часу.

Карл Саган «Космос»

Перші зображення з нового космічного апарата

Піна на моєму португальському еспresso трохи гірчить, але я геть на це не зважаю. Уже годину я витріщаюся на екран комп'ютера: триває пряма трансляція з космічного телескопа Джеймса Вебба, який недавно запустило НАСА. Монітор потемнів, а мої думки блукають тією темрявою — таємницями космосу, які вона відкриває.

Науковці з усіх континентів ретельно споглядали кожен крок бездоганного пуску Джеймса Вебба наприкінці грудня 2021-го. Від старту до початку спостережень телескоп потенційно міг вийти з ладу 344 рази — і щоразу це могло призвести до краху всієї системи. Коли все йшло за планом, ми полегшено зітхали, та надто не розслаблялися, знали ж бо про сотні моментів, коли все могло піти шкереберть.

Поки мої очі були прикуті до трансляції НАСА (і до чату нашої команди в месенджері Slack, де колеги з усіх часових поясів коментували успіх кожного кроку), я нагадувала собі дихати: вдих, видих, вдих, видих. Нам було нічим зарадити, бо ракета вже злетіла й рухалася до місця призначення на відстані

приблизно 1,6 мільйона кілометрів — до другої точки Лагранжа, або ж L2. Репортери «Нью-Йорк Таймс» Деніс Овербай та Джої Рулет гарно описали те, як телескоп Вебба рушає у космос, наче «щільно загорнутий пакунок із дзеркал, дротів, моторів, кабелів, засувок і листів тонкого пластику, що здійснюється у небо на вогняно-димовому стовпі». Телескоп також ніс мрії тисяч науковців, таких, як я, що сподівалися бодай краєчком ока зазирнути у темряву космосу, яка донині залишалася для нас незримою та недосяжною.

Телескоп Джеймса Вебба — перший, який завдяки своєму 6,5-метровому дзеркалу вловлює достатньо світла, щоб дослідити хімічний склад атмосфери інших скелястих планет. Розмір — вирішальний фактор для збору світла. Уявімо відро: що воно більше, то більше дощової води зможе зібрати під час зливи. Дзеркало телескопа працює так само: що воно більше, то більше світла збере.

Мій потік думок перервали радісні вигуки команди в диспетчерській, коли телескоп вдало відділився від ракети. Останнім кадром із трансляції запуску стало збільшене зображення телескопа, що повільно зникав у темряві космосу. У верхньому куті виднілася блакитна куля Землі.

Минуть місяці, перш ніж телескоп Вебба обійде всі інші перепони та розгорне свій красивий клубок дзеркал, кабелів і сонячних панелей. Потім йому треба буде поступово охолотитися до низьких температур, за яких він почне працювати.

Лише отримавши перші сигнали, ми визнали: хай там як, усе вийшло. Раз у раз уникаючи небезпек та негараздів, цей неймовірний телескоп працював бездоганно, даючи змогу по-новому поглянути на космос та натякаючи на майбутні дивовижні відкриття.

Один із найбільш приголомшливих знімків, зроблених телескопом Вебба, — туманність Кіля приблизно за 7 тисяч світлових років від нас. Ця колиска зір та планет схожа на небесну картину, намальовану космічним пензлем. Телескоп Вебба розкриває не лише народження нових світів. У липні 2022-го,

за день до офіційного оприлюднення даних від НАСА, президент Джо Байден поділився зображенням із часів, коли Всесвіт і сам був дитиною. На ділянці космосу, знятій «Веббом», видно тисячі галактик, розсипаних, мовби сяміні цятки на чорному полотні. Усе це вміщується в клаптик неба, який із Землі видається піщинкою. Світло галактик мандрувало більш ніж 13 мільярдів років, щоб передати повідомлення з давніх-давен, коли Землі ще не існувало. Під час подорожі до нашого телескопа деякі промені вигнулися, минаючи велетенське скупчення галактик. Матерія та світло взаємодіють, тому на фото це прадавнє світло стало гарними дугами, демонструючи релятивістське викривлення часу та простору.

Ця панорама давніх галактик дивує мене. І окриляє. На фото мільярди зір, стародавні відлуння інших імовірних світів. У цьому малесенькому куточку нашого космосу планети могли сформуватися безліч разів, а проте наше *зараз* та їхнє *зараз* не перетинаються — простір між нами неосяжний. Якщо деякі зорі, як-от на знімку, назавжди втрачені в часі, то безліч ближчих зір досі сяють — оточені загадовими світами. І тепер ми можемо досліджувати ці світи.

З новими способами споглядання, як-от вловленням світла тьмяніших об'єктів у велетенському дзеркалі телескопа Вебба, науковці помічають те, що раніше могли хіба уявляти. Нові відкриття змінюють наше розуміння далеких світів. Ці зображення — зворушливий вияв людської згуртованості: тисячі людей з усіх усюд доклали зусиль, щоб утілити цей задум.

Одне з перших оприлюднених фото — детальний спектр розпеченого газового гіганта WASP-96b, закутаного в хмари, імлу та пару. Хоч тут і не видно ознак життя, та цей знімок із телескопа Вебба доводить: прилад здатен вивчати атмосфери набагато менших планет, навіть завбільшки із Землю, якщо дати йому достатньо часу. І місць, де могло б процвітати життя. У складі однієї з наукових команд, що опікуються телескопом Вебба, я працюю з групою вчених і досліджую ці нові світи на нашому космічному горизонті.

Життя, знайдене на іншій планеті, назавжди переверне наш світогляд.

То де ж усі?

Припустімо на мить, що Всесвіт кишить життям. У такому разі очевидним питанням є: де всі? Коли я викладаю вступний курс до астрономії «Від чорних дір до незвіданих світів», то пропоную студентам пояснити, чому ми досі не маємо доказів існування прибульців. Не обговорюватиму твердження про НЛО, бо тут повно ненадійних розповідей, і для їхнього розвінчування знадобилася б ціла книга, на кшталт моєї улюбленої — «Світ повний демонів» Карла Сагана. Поміж інших змістовних міркувань, Саган цікавиться: чому прибульці з настільки просунутими супроти наших технологіями, подорожуючи від зорі до зорі, мусять викрадати цілісіньку людину для своїх досліджень? Навіть не настільки розвинений вид — ми, люди, — уже беремо зразок ДНК з волосся чи слини. Хіба ж непомітно взяти такий зразок — це не ефективніший метод дослідження, ніж засмоктувати випадкових людей у космічний корабель? До слова, більшість теорій моїх студентів — то або апокаліптичні сценарії (позаземна цивілізація самознищилася, не встигнувши сконтактувати з нами), або ж думки про нескінченну порожнечу (ми нікого не зустріли, бо ми — єдине життя, яке Всесвіт зміг породити).

Питання відсутності прибульців не нове. Енріко Фермі, італійсько-американський фізик і лауреат Нобелівської премії, ще у 1950-х, обговорюючи ймовірність існування позаземного життя, поставив знамените питання: де всі? Якщо технологічно розвинені цивілізації поширені в космосі, хтось точно міг би навідати нас чи хоча б вийти з нами на зв'язок. Ця загадка відома як парадокс Фермі — суперечливість між відсутністю доказів високорозвиненого позаземного життя та великою ймовірністю його існування. Факт, що науковці працювали

над створенням ядерної зброї, здатної винищити земну цивілізацію, гнітюче впливав на тодішню дискусію.

Наскільки наш Всесвіт може рясніти розумними цивілізаціями? Американський астроном Френк Дрейк запропонував спосіб визначити кількість цивілізацій, готових у цей момент встановити контакт із Землею. Як один із засновників проєкту з пошуку позаземного розуму (англ. SETI — *Search for Extraterrestrial Intelligence*), він розробив систематичний процес оцінювання кандидатів. Шукаючи те, що він сам називав «нечутним шепотом», учений склав до купи кілька чинників і вивів формулу — рівняння Дрейка. Це рівняння містить сім взаємопов'язаних коефіцієнтів, що впливають на ймовірність появи розумного життя, і їхнє розроблення почалося з розрахунків швидкості формування нових зір у галактиці, обґрунтованих припущень щодо того, які з цих зір можуть мати планети на довколишніх орбітах, а також щодо частки планет, здатних підтримувати життя. Далі науковці перейшли до сміливих припущень про ймовірність власне розвитку життя, розрахунків частки форм життя, які могли б розвинути інтелект, і обчислення ще меншого відсотка тих, хто спромігся б на міжзоряну комунікацію. Останній, сьомий коефіцієнт рівняння Дрейка ставить питання, що викликає або безмежний оптимізм, або глибокий песимізм: як довго може проіснувати технологічно розвинута цивілізація?

Всесвіт неосяжний і тільки де-не-де поцяткований зорями, розташованими на велетенських відстанях одна від одної. Мені значно легше це уявляти, коли я подумки зменшую все до масштабу повсякденних предметів. Зменшмо нашу Сонячну систему — від Сонця до найвіддаленішої планети, Нептуна, — до 5-сантиметрового печива. На вашу думку, як далеко розміщений найближчий сусід Сонця? За два печива? П'ять? Сотню? Він набагато далі — майже за 9 тисяч печив. Або ж, знову-таки, у масштабах печива — за 4 футбольні поля. Щоб намітити відстань між зорями в космосі, потрібні відчутно масштабніші одиниці вимірювання, ніж милі, кілометри та,

ніде правди діти, печиво. Осягнути ці немислимі відстані легше, якщо користуватися світловими роками як космічним мірилом.

Світло поширюється на надзвичайній швидкості — приблизно 300 тисяч кілометрів на секунду, або ж приголомшливих 9 трильйонів кілометрів на рік. Подорож між Землею та Місяцем, приблизно 380 тисяч кілометрів, для світла триває трохи понад секунду, а між Землею і Сонцем — тільки 8 хвилин. За ці 8 хвилин світло долає мізерні для космосу 150 мільйонів кілометрів. Найближчою зорею до Сонця є Проксима Центавра — за колосальні 40 трильйонів кілометрів. Навіть світло долає таку величезну відстань за 4 роки. Тож, окрім вираження відстані, шкала світлових років показує, скільки часу знадобиться світлу, щоб подолати таку відстань. Людство вже потрохи пробирається крізь Сонячну систему, але це дуже малі відтинки порівняно з міжзоряними.

Наша галактика простягається приблизно на 100 тисяч світлових років. Якщо котрась цивілізація подорожувала б на швидкості хоча б 10 % від швидкості світла, то в принципі могла б перетнути галактику за мільйон років. В принципі. Переважно час пішов би на пересування порожнечою: навіть мандрівка від нашого Сонця до найближчих зоряних сусідів зайняла б десятиліття. Здебільшого подорож навіювала б нудьгу через велетенські відстані між зорями. А ще рухатися на такій шаленій швидкості було б страшенно небезпечно, оскільки зіткнення навіть із зерниною міжзоряного матеріалу може закінчитися катастрофою для космічного корабля та всього екіпажу. Мільйон років — це багато для людського життя чи навіть еволюції, але деякі зорі та їхні планети відчутно старші за нас. Якщо давніші цивілізації існують, наша галактика вже може містити їхні форпости, реліквії чи ознаки високих технологій. Але поки ми нічого такого не знайшли (не те щоб ми вибралися далеко від дому). Тож мої студенти часто припускають: а що, як до нас не навідуються позаземці, бо відстані між населеними світами просто завеликі?

Забудьмо зараз про реальність і надихнімося ідеями з наукової фантастики. Хай мені особисто й подобається думка про подорожі, швидші за світло, — так мандрував вигаданий космічний корабель «Ентерпрайз» у науково-фантастичній франшизі «Зоряний шлях», — та надсвітлової швидкості майже напевно не можна досягти навіть у майбутньому. Зважаючи на всі відомі факти, швидкість світла — це поріг, який нам не подолати. У фільмі Люка Бессона 2017 року «Валеріан та місто тисячі планет» завдяки складним, але можливим технологічним дивовижам, величезні станції пересуваються космосом, а їхні пасажери насолоджуються чудесами Всесвіту. Цей вигаданий космічний корабель слугує домівкою для величезного мегаполіса, заселеного прибульцями з незліченних світів.

Наразі жодна із означених можливостей перетнути галактику для нас недосяжна. Але може, в іншопланетян є ще якийсь спосіб вийти з нами на зв'язок? Оскільки світло рухається на неймовірній швидкості, повідомлення, закодовані як радіосигнали, здатні долати чималі відстані порівняно швидко. Часто слово «світло» вживають лише, щоби описати вузький діапазон електромагнітного випромінювання, доступного нашим очам. Уявіть: ви тримаєте скляну призму і пропускаєте крізь неї промінь сонячного світла. Цей промінь розгортається в яскраву гаму, від глибоких червоних до барвистих фіолетових кольорів, — спектр видимого світла. Проте це — лише дрібка від повного спектра електромагнітного випромінювання, що простягається набагато далі за людський зір: аж до інфрачервоного й ультрафіолетового випромінювань, радіохвиль і гамма-променів. Усі це — різні ноти в грандіозній космічній симфонії світла.

Один зі способів знайти розвинену цивілізацію, охочу вийти з нами на контакт, — це фіксація неприродних радіосигналів. Усі небесні тіла, зокрема галактики, випромінюють у радіодіапазоні, проте науковці шукають сигнали, що вирізняються: щось на кшталт космічного «привіт». Проблема

в тім, що такі міжзор'яні «вітання» розсіюються в космічному просторі. Кожне подвоєння відстані зменшує силу сигналу до чверті його попередньої потужності. На певній відстані навіть найгучніший «крик» перетворюється на непомітний «шепіт» — і це за умови, коли його хтось узагалі слухає. Астрономи шукають незвичні радіосигнали, але поки не зафіксували жодного. Невже це означає, що життя в космосі більше немає?

Велика тиша

Гігантських космічних станцій, що пересуваються космічним простором, поки не існує. Відомі закони фізики ми також порушити не можемо. Тож Велика тиша космосу лякає. Саме тому науковці (і мої студенти) припускають: навіть якщо життя існувало деінде в минулому, якийсь бар'єр, катаклізм або що зруйнував його й не дозволив дістатися нашої галактики — такий собі Великий фільтр, що стоїть на заваді поширенню розумних цивілізацій у космосі. Можливо, Великий фільтр криється в нашому минулому. Що як зародження життя на планеті — неймовірно складний процес? Або ж, навпаки, — доволі простий, а от минути фазу найперших мікробів майже неможливо? А якщо позаземне життя порозумнішало й достатньо технологічно розвинулося, щоб будувати супутники й розсилати космічні кораблі по своїх планетарних системах, то цілком може статися, що ці технології виявляться достатньо потужними, аби зруйнувати кожен куточок їхнього світу. А може, Великий фільтр ще чекає на нас у майбутньому. Як складно цивілізації пережити власне технологічне зростання? Чи не може бути так, що інші форми життя самознищилися до того, як змогли подорожувати до зір? Досить депресивна думка. З іншого боку, тоді вони становлять значно більшу загрозу для себе, ніж для нас. Атомні бомби та зміна клімату — лише два з багатьох чинників, які можуть призвести до колапсу нашої цивілізації.

І чому ми взагалі припускаємо, що інші цивілізації хочуть з нами спілкуватися? Забудьмо про те, які атмосфера та середовище потрібні потенційним позаземним гостям. Просто поміркуймо: наскільки їх може цікавити Земля?

Уявіть: ви можете відвідати лише дві планети. Перша — на 5 тисяч років молодша за Землю, а друга — на 5 тисяч років старша. Обидві мають ознаки життя й таку саму відстань від вас. Яку оберете? Коли б я не ставила це питання, більшість обирає старшу, розвиненішу планету. Припустімо, такий вибір постав перед уявною позаземною цивілізацією. За такою логікою, наша приголомшлива планета стає трохи менш цікавою. Повірте, Земля — моя улюблена планета, але технологічно ми — зовсім початківці. Так, 12 астронавтів побували на поверхні Місяця, але поки людство навіть не досягло найближчої планети, а найближчої зорі — і поготів. Якщо є варіанти, то чи справді Земля — найкращий із них (наразі)? За оптимістичним сценарієм, згідно з яким в космосі всі вже давно товаришують, Земля досі перебуває на стадії борсання у пісочниці.

Припущення, що якби хтось хотів вийти на зв'язок із нами, то зробив би це одразу, здається дещо хибним. Це робить Велику тишу менш моторошною.