

## Тема: Людина у Всесвіті.

### Антропний принцип. Імовірність життя на інших планетах.

#### *Що таке життя?*

Земля - колыска життя. Приймімо апріорі, що життя може існувати на холодних небесних тілах - планетах. Подивімося, наскільки закономірним чи випадковим був процес зародження життя на Землі.

В численних лабораторних експериментах вже давно було показано, що для утворення складних органічних молекул, які передують виникненню життя, необхідні наступні умови: наявність у складі небесного тіла всіх хімічних елементів, які входять до складу живого; відповідний температурний режим, що забезпечує перебування води у газоподібному і рідкому стані; відсутність кисню в атмосфері планети, бо за його наявності утворюється озоновий екран, що поглинає сонячний ультрафіолет, який, руйнуючи електронні оболонки атомів, дає їм змогу об'єднуватись у складні передбіологічні молекулярні сполуки.

Як тільки ці умови виконано, в силу добре відомих законів фізики та хімії негайно починається утворення складних органічних сполук. Тож напевне, початок життя на планеті Земля був цілком закономірним явищем, бо на ній реалізувалися всі необхідні початкові умови.

А от подальший перехід від переджиття до життя, а також його існування стали можливими за підтримання стабільними впродовж мільярдів років цілком певних характеристик зовнішнього середовища. І ця умова також реалізувалась на Землі.

*Унікальність Землі. Про імовірність існування життя на інших планетах. Де у Всесвіті шукати планети, придатні для життя?*

Є три особливості, які роблять Землю унікальною серед інших планет: віддаль від Сонця, розміри і (що, можливо, менш істотно) відносно велика маса природного супутника Місяця. Всі три характеристики виявились важливими для існування і розвитку життя. Земля знаходиться від Сонця на дуже зручній віддалі-149 600 000 км. Саме на цій відстані середня температура на поверхні така, що дозволяє воді, яка входить до складу тіл живих істот, знаходитись у рідкому стані, а не у вигляді льоду чи водяної пари.

Якби Земля знаходилась на місці Венери, то велика кількість радіації від Сонця врешті-решт зробила б її схожою на Венеру з потужною атмосферою з вуглекислого газу і занадто високою для існування життя температурою. Якби Земля перемістилась на орбіту Марса, то зменшення кількості сонячного тепла викликало б охолодження океанів і збільшення площі полярних шапок, що зрештою перетворило б її на неконтрольований холодильник з занадто низькою для існування життя температурою. Відносно розмірів також зрозуміло.

За більших розмірів Земля мала б більшу масу, і більшу силу тяжіння. Тоді її атмосфера нагадувала б атмосферу планет-гігантів - Юпітера чи Сатурна - і для життя була б непридатною. За менших розмірів і маси, як у Меркурія, Земля взагалі не могла б утримати атмосферу.

Таким чином, розміри і відстань від центрального світила - це два вирішальних фактори з точки зору умов для існування життя (в кожному разі, схожого на земне).

З усього сказаного вище можна зробити дуже важливий висновок: формування переджиття - процес, властивий не тільки Землі.

Оскільки закони фізики і хімії універсальні для усього видимого Всесвіту, на будь-якій планеті, знаходиться вона у Сонячній системі чи в якійсь іншій зоряній системі, за наявності відповідних умов повинні йти схожі процеси. Неорганічне утворення органічних, нехай і простих, сполук з подальшим їхнім ускладненням - це повсюдний космічний процес.

У Всесвіті є всі передумови для того, щоб ми не вважали існування життя та розуму на Землі чимось винятковим. Інша справа-наскільки ймовірно знайти у Всесвіті планети, де б реалізувались умови, подібні до земних. В даному випадку не будемо розглядати можливі екзотичні форми життя, такі як життя на нейтронних зорях, організація галактики в живу систему, життя у величезних міжзоряних хмарах тощо.

Дослідження показують, що більшість зір у нашій Галактиці входять до складу кратних систем. Це свідчить про те, що у більшості випадків прото-зоряна хмара, в якій іде формування зорі, розбивається на фрагменти так, що утворюється одразу кілька об'єктів.

Досить часто розподіл мас між ними буває дуже нерівномірним. Іноді поряд з масивним тілом утворюється одна чи дві невеликі зорі, що мають вигляд червоних карликів. Прикладом слугує вже згадувана потрійна система а Кентавра. А іноді у залишків речовини, яка не пішла на утворення основної зорі, маса така маленька, що з них можуть утворитися тільки планети - одна чи декілька.

Зорі набагато меншої маси, ніж Сонце, також погані кандидати для по-шуків. Щоб отримати потрібну кількість тепла від такої зорі, планета по-винна знаходитись до неї набагато ближче, ніж Земля до Сонця. Наприклад, від зорі Барнарда, другої за віддаленістю від Сонячної системи (бсв.р.), планета мусить знаходитись на віддалі 1млн 300 тис.км. Це лише втричі далі, ніж Місяць від Землі!

За таких близьких відстаней виникають значні труднощі, бо планета, як і Місяць, завжди буде обернена до свого Сонця одним боком. За розрахунками, це повинно значно уповільнити утворення складних хімічних сполук. Та, врахувавши величезний строк життя карликових зір - 100-150млрд років, погодьмось: у такому далекому майбутньому все можливе. Тільки зараз шукати там життя не має сенсу.

Отже, варто шукати планети тільки біля зір, схожих на Сонце. А їх серед 400 млрд зоряного населення нашої Галактики за підрахунками налічується до 28 млрд. Навіть якщо ми відкинемо ті з них, які знаходяться в центральних районах зоряної системи, оскільки смертоносний рівень радіації, який там панує, знищить життя в самому зародку - все одно на околицях їх залишиться кілька мільярдів. То ж ми начебто маємо надії!

*Оптимістичні прогнози. Песимістична точка зору.*

Побачити планети біля інших зір дуже важко, бо їхня яскравість набагато менша, ніж яскравість основного світила. Та все ж є кілька методів, які дозволяють виявити наявність планет, навіть небачачи їх. Основним серед них є метод променевих швидкостей, який за сучасних методик дозволяє реєструвати коливання променевої швидкості зорі навіть у 3 м/с за рахунок наявності невидимого компонента.

Використовуючи цей метод, 1995 р. два швейцарських дослідники М. Майор і Д. Квелоз оголосили про відкриття першої позасонячної планети. Планета масою 0,47 маси Юпітера знаходиться біля непримітної зорі 51 Пегаса і обертається навколо неї з періодом лише 4,2 земних доби. Відтоді до кінця ХХ ст. було відкрито близько п'яти десятків планет біля зір у радіусі до двохсот світлових років від Сонця. Для пошуків використовуються найпотужніші сучасні наземні оптичні телескопи, такі як 10-метрові «Кек-І» і «Кек-ІІ» та інші.

Разом з тим продовжують плануватися роботи за програмою SETI (від англ. - «пошук позаземного розуму»), започатковані ще 1960 р. Ф. Дрейком під більш претензійною назвою CETI - «зв'язок з позаземним розумом». І якщо спочатку пошуки велися в основному в радіо- і оптичному діапазоні, то тепер щораз більша увага приділяється рентгенівському і гамма-діапазонам, як таким, що мають високу здатність передавати велику кількість інформації за одиницю часу.

Винесення за межі атмосфери рентгенівських та гамма-приймачів вирішує проблему прийому та передачі сигналів на цих частотах. Окрім цього, можливо, у ХХІ ст. будуть використовуватися й інші канали зв'язку, такі як нейтрино і гравітаційні хвилі. Обидва канали відзначаються великою проникною здатністю: інформація майже не розсіюється в просторі, а отже, без значних втрат може доносити послання до адресата через колосальні відстані міжзоряного, і навіть міжгалактичного простору.

Але серед дослідників є й такі, хто досить скептично оцінює імовірність знайти життя і розум у Всесвіті. Адже мало того, що всі відомі позасонячні планети мають занадто великі маси, вони ще і рухаються по занадто витягнутих орбітах, що призводить до коливань температур, які виходять за межі припустимого для збереження життя. І скоріше за все Сонце з його планетною системою, де колові орбіти акуратно вкладені одна в одну, і сама Земля - це екстраординарна рідкість у Всесвіті.

У своїх доказах, окрім багатьох інших аргументів, вони спираються також на дані спектральних досліджень околиць нашої Галактики. Ці дослідження вказують на бідність вмісту в зорях їхнього зоряного населення таких необхідних для виникнення життя елементів, як залізо, магній і кремній. Ці елементи, утворюючись в ході термоядерних реакцій, розсіюються із надр зір під час їхніх вибухів. Але такі вибухи є величезною рідкістю на межі нашої зоряної системи.

*Людина у Всесвіті. Унікальність нашого Всесвіту.* Наприкінці ХХ ст. людство зрозуміло, що життя не позбавлене певного загальнокосмічного змісту і що умови, завдяки яким воно виникло, не є випадковим збігом локальних фізичних обставин, а найглибшим чином пов'язане з глобальними

космологічними причинами - з історією і розвитком Всесвіту в цілому. З'ясувалося, що виникненню розуму передувала дуже довга еволюція фізичних чинників у Всесвіті. І якби еволюція Всесвіту мала інший характер, життя в ньому навряд чи могло б зародитись. Так чому ж Всесвіт, у якому ми живемо, має саме такі властивості, що сприяють існуванню життя і розуму, а не які-небудь інші? Впродовж досить тривалого часу на це запитання відповіді не було. Лише у другій половині ХХ ст. астрофізик Г. Ідліс звернув увагу на те, що закони фізики, чинні у нашому Всесвіті, «дозволяють» існування атомів, зір, планет і життя.

А згодом космолог А. Зельманов сформулював дуже важливе положення: «Ми є безпосередніми свідками природних процесів визначеного типу, тому що процеси іншого типу відбуваються без свідків», тобто ми живемо у цьому Всесвіті, бо його фізичні властивості це допускають. Англійський астрофізик П. Девіс також висловив думку про те, що наявність життя накладає обмеження на властивості Всесвіту - вони мусять бути тою чи іншою мірою визначеними. Можливо, в іншому Всесвіті, що має інші властивості, ми просто не змогли б з'явитись, і такий «інший» Всесвіт нікому було б спостерігати і вивчати. Антропний принцип (АП, від грец. «антропос» - «людина») уперше проголосив фізик Б. Картер 1974р. Його формулюють так: «Ми існуємо, тому що Всесвіт такий, який він є».

Основна ідея антропного принципу - ідея зв'язку між існуванням людства і фундаментальними властивостями Всесвіту. Сам по собі цей принцип ще нічого не пояснює. Але він дає новий напрямок досліджень, сприяє постановці та вивченню ряду питань, на які раніше не звертали особливої уваги. Одне з цих запитань - які саме властивості Всесвіту забезпечують наше існування?

Виявляється, ми не випадково живемо в епоху «червоних зміщень» галактик. Віддалення джерел електромагнітного випромінювання приводить до зсуву їхнього випромінювання у червоний бік спектра, і до зменшення енергії, яку воно несе. Якби галактики зближувались, то замість червоного зміщення ми спостерігали б фіолетове, тобто збільшення частот випромінювання у бік жорстких променів. При цьому на нас падав би такий спопеляючий потік електромагнітної енергії, що життя за таких умов не змогло б існувати. Навіть у тому разі, коли б Всесвіт не розширювався чи розширювався повільніше, інтенсивність випромінювання була б досить високою щоб знищити білкові життя в зародку.

Можна було б спробувати змінити одразу не одну, а кілька фунда-ментальних сталих. Виявляється, при цьому існує деяка область їхніх значень, яка дає можливість утворення складних структур, однак час їхнього існування невеликий. У такому світі буде занадто мало часу, щоб виникло що-небудь досить складне.

Порівняно вузькі межі можливих змін фундаментальних фізичних сталих, коли ще можливе існування життя, говорить про унікальність «набору» їхніх значень у нашому Всесвіті. Саме ця їхня винятковість забезпечує можливість існування життя. Виникає питання: оскільки набір фізичних сталих величин у

нашому Всесвіті унікальний, а все унікальне малоймовірне, то яким чином такий збіг умов міг здійснитися?

З точки зору антропного принципу, наш Всесвіт пройшов через нескінченну послідовність циклів розширення і стиснення. На початку кожного з них складався свій набір фізичних констант, що змінювався від циклу до циклу. Ми з'явилися в тому циклі, в якому сформувалося поєднання фізичних сталих та інших властивостей, сприятливе для виникнення складних структур і живих систем. Окрім цього, не виключено, що в матеріальному Космосі існує нескінченна кількість різних всесвітів водночас, у Кожному з яких свій набір, свій комплекс фізичних констант і властивостей. У нашому Всесвіті, з нашим комплексом фізичних явищ, зв'язків і фундаментальних фізичних констант, його стабільність забезпечується саме тими законами природи, які реалізувалися в навколишньому світі.

Але можуть існувати й інші, незвичні для нас комплекси явищ, стабільність яких забезпечується іншими законами. Звідси ясно, що можна припустити існування всесвітів з іншими законами, іншими властивостями простору часу і світовими константами, не менш організованих, ніж наш, і навіть таких, що забезпечують існування негуманоїдних форм життя і розуму.

Отже, ми існуємо у тому Всесвіті, властивості якого дозволяють формування живих організмів; можуть існувати інші всесвіти, де діють інші фундаментальні закони, і можливе існування принципово інших форм життя. І в тому, і в іншому випадках питання про те, як міг реалізуватися випадковим чином унікальний і тому малоймовірний набір фізичних констант, фактично знімається. Оскільки число можливостей, тобто циклів розширення (різних всесвітів), нескінченне, то в існуванні в одному з цих циклів (в одному з цих всесвітів) необхідного для життя збігу умов з позицій теорії ймовірностей вже немає нічого неможливого.

#### *Проблема існування інших всесвітів.*

Питання про нескінченну кількість можливих всесвітів у фізиці та космології, як і всяка інша нова проблема, стикається з неясностями. Якщо інші всесвіти існують, то їхнє існування підкоряється принципово іншим законам, ніж існування нашого Всесвіту. А це означає, що ми аж ніяк не можемо отримати від них інформацію, адже фізичний зв'язок між різними об'єктами можливий тоді, коли вони живуть за подібними законами.

Як же здійснити зв'язок з тим, що принципово не схоже на наш світ? Окремі вчені припускають, що такими каналами зв'язку можуть слугувати сингулярності, які в нашому Всесвіті мають місце у випадку чорних дір. Можливо, що бар'єри простору-часу, які відокремлюють наш Всесвіт від інших всесвітів, не такі вже й неприступні. Не виключено, що з часом вони будуть подолані наукою і виведуть наші уявлення про Космос на якісно новий рівень. Ще 1934 р. австрійський вчений К. Гедель сформулював теорему про неповноту наших знань, яка проголошує: «Жодна система не може бути пізнаною до кінця зсередини - поза зв'язком її з іншими системами вищого порядку». Це означає, що неможливо вичерпно описати світ, у якому живе людина, зокрема - описати причину появи та існування Всесвіту, не вийшовши за його межі. А тому

з'являється дедалі більше підстав вважати, що без концепції інших всесвітів, що існують водночас у матеріальному Космосі, вже важко обійтись, оскільки вона дозволить зрозуміти властивості нашого Всесвіту.

**Питання для самоконтролю.**

1. Що таке життя і чи є його існування на Землі за заданих умов випадковим?
2. Які методи пошуку позаземних планет Вам відомі?
3. На чому ґрунтується думка про унікальність Сонячної системи і Землі у Всесвіті?
4. Сформулюйте свою думку щодо питання про життя у Всесвіті.
5. У чому полягає унікальність нашого Всесвіту?