

УДК 621.396

РАДІОКОНТАКТ З ПОЗАЗЕМНИМИ ЦИВІЛІЗАЦІЯМИ.

Мазор Ю. Л.

Розглянуті питання можливості існування позаземних цивілізацій та сучасні проекти радіозв'язку з ними.

Стаття, яка Вам пропонується, не фантастика і навіть не наукова фантастика – це розповідь про дійсні події, які відбуваються в наш час. Це інформація про одну із найбільш сміливих та захоплюючих спроб, які коли-небудь здійснювалися в історії людства – спробу зв'язатися з нашими братами за розумом, які відділені від нас чорною безоднею Космосу. Проблема позаземних цивілізацій (ПЦ) або проблема *SETI* (*Search Extraterrestrial Intelligence* – пошук позаземного розуму) – визначна проблема природознавства, яка має величезне наукове та прикладне значення.

1. Дві точки зору.

Перш за все слід визначитись, чи варто проводити пошук ПЦ. В наш час не існує єдиної думки щодо розповсюдження розуму у Всесвіті. Існують дві протилежні точки зору: згідно з першою ПЦ - це звичайне явище у Космосі, згідно з другою життя та розум – це надзвичайна подія у Всесвіті і наша цивілізація, певно, єдина.

1.1. Перша точка зору представлена найбільш широко. Сучасна аргументація на користь множинності населених світів зводиться до наступного. В наш час астрономічними спостереженнями охоплена сфера простору радіусом 15 мільярдів світових років, в якій за „оцінкою знизу” знаходиться 10^{21} зірок. При цьому не існує жодної астрономічної чи фізико-хімічної ознаки, за якою можна було б виділити нашу Сонячну систему із мільярдів оточуючих нас зірок. Численні дослідження дають змогу заключити, що на Землі, і в Сонячній системі, і в інших зоряних системах діють ті самі фізичні закони, існує в середньому однаковий хімічний склад.

В останні роки одержані серйозні докази щодо широкого розповсюдження планетних систем. Сьогодні це експериментально підтверджено – планети знайдені приблизно у тисячі зірок.

Величезна кількість органічних з'єднань, які спостерігаються в Галактиці, - фундамент, необхідний для побудови живих молекул. Тут слід виділити дві обставини: в природі існує 92 елемента від водню до урана, але лише чотири із них (водень, кисень, вуглець та азот) утворюють 95% речовини, яку ми звемо живою. І саме ці чотири елемента найбільш поширені у Всесвіті; органічні молекули знайдено в метеоритах, кометах, атмосфері зовнішніх планет Сонячної системи. Одним із видатних досягнень астрофізики останніх років стало відкриття великої кількості органічних молекул у хмарах міжзоряного газу. Все це свідчить про те, що повсюди у Всесвіті відбувається у широких масштабах утворення органічної речовини і це не є якимось унікальним процесом, який став можливим тільки в особ-

ливо сприятливих умовах нашої планети, а становить рядове явище в Космосі. Закономірність біологічної еволюції полягає в тому, що як тільки на планеті виникає життя, починає діяти безвідмовний та послідовний механізм природного відбору. В безжалісній боротьбі за життя виживають найбільш сильні, найбільш пристосовані види, які передають нащадкам свої якості. В результаті нагромадження цих ознак за мільярди років формуються численні досконалі біологічні організми. При цьому виникнення розуму є закономірним кроком біологічної еволюції, оскільки розум забезпечує відповідному виду спочатку невеликі, а потім все зростаючі переваги в боротьбі за існування.

Узагальнюючи наведене можна констатувати, що вкрай непереконалим виглядає припущення про те, що серед мільярдів зірок Всесвіту (10^{21}), які сьогодні спостерігаються, тільки біля однієї, нічим не привабливої зірки – нашого Сонця, склалися умови, необхідні для еволюції живої матерії. Тим більше, що значна частина зірок старіша за Сонце.

1.2. Друга точка зору – гіпотеза нашої унікальності у Космосі, по суті повернення до докоперниковської доктрини. Відзначаючи певну переконливість окремих положень цих робіт, ми не можемо погодитись з тим, що їх кінцевий негативний висновок науково обґрунтований. Послідовно розглянемо ці доводи.

„Велике мовчання Всесвіту” – так званий астросоціологічний парадокс (АСП) в сильній формі був сформульований М. С. Кардашовим: велика імовірність існування ПЦ у Всесвіті і відсутність у цей час спостережливих проявів космічної діяльності розумних істот. Після першої піонерської роботи Ф. Дрейка (проект „Озма”, США, 1961 р.) були здійснені десятки проектів з метою виявлення радіосигналів штучного походження, досліджені тисячі зірок та кілька галактик. Пошуки поки що не мали успіху. Слід зазначити, що при цьому використовувалися сучасні радіотелескопи з чутливістю, достатньою для виявлення сигналів ПЦ з відстані порядку сотень тисяч світлових років. Ми ще повернемося до АСП у наступній статті більш докладно, а зараз наведемо основний аргумент: за оцінкою провідних виконавців [1] на сьогодні виконано близько 10^{11} необхідного обсягу робіт. Говорити про результати ще зарано – виконана тільки попередня, по суті пробна частина досліджень. Робота тільки починається і потребує вона величезних вкладень, відповідних до витрат на оборону великих держав.

Наступний аргумент „песимістів” – перевищення ролі випадковості. Із цього витікає, що імовірність виникнення життя та розуму дуже незначна і ми практично самотні у Галактиці. Цей доказ не є переконливим з таких міркувань. Дійсно, сьогодні наука не може розгадати „чудо” виникнення життя, яке слід шукати на самому низькому, передклітковинному рівні. З цього можна зробити тільки один висновок – про надзвичайну складність проблеми походження життя, але ні в якому разі про малу імовірність її виникнення. Судити про це ми зможемо тільки тоді, коли буде розкритий механізм виникнення життя.

Ще одна причина нашої самотності – короткий строк життя технологічно розвинених цивілізацій. Один із авторів цієї концепції видатний астрофізик І.С. Шкловський пояснює це тим, що розум, можливо, є тупиковою гілкою розвитку. Останні виникають тому, що природа діє за способом „спроб та помилок”, при цьому значна частина її „винаходів” непотрібна для розвитку вида. Тому ПЦ відносно швидко загинуть, як загинула безліч тупикових гілок еволюції на Землі. Характерною ознакою еволюційного глухого кута є гіпертрофія основної функції, яка призводить до прогресивно зростаючого порушення гармонії (наприклад, страхотливо гіпертрофовані роги та панцирі ящерів мезозоя або ікла шаблезубих тигрів). За аналогією виникає питання: чи не є такою ж гіпертрофією розвитку розуму самогубна діяльність людства (страхотливе накопичення зброї, погіршення екології, виснаження природних ресурсів, тощо). Коментуючи цю концепцію, слід зазначити:

- припущення про закономірну загибель ПЦ містить логічну суперечність – неможливо стверджувати, що у Всесвіті є мільйони цивілізацій, а потім пояснювати відсутність їх слідів тим, що вони загинули всі до однієї;

- можна припустити, що деякі ПЦ знищать себе самі, або загинуть від виснаження природних ресурсів, або забруднення навколишнього середовища. Але немає ніяких підстав передбачати загибель всіх ПЦ, тому що саме розум є найбільш потужним засобом виживання.

1.3. Таким чином, **радикальний висновок** про самотність земної цивілізації є неприйнятним. Такий висновок вступає в конфлікт з даними науки про множинність придатних місць для виникнення та розвитку життя у Всесвіті і великої імовірності виникнення там життя на базі універсальних законів хімічної та біологічної еволюції. Сьогодні ні астронімія, ні фізика, ні біологія, ні філософія не мають ніяких принципових аргументів проти можливості існування ПЦ на інших планетних системах. Далі переходимо від якісного до кількісного аналізу проблеми існування позаземних цивілізацій.

2. Оцінка імовірної кількості позаземних цивілізацій

Постановка задачі: оцінка імовірної кількості технологічно розвинених позаземних цивілізацій, які існують на цей час в досяжній для нас області простору. При цьому під технологічно розвиненою ПЦ приймаємо ПЦ, спроможну вийти на радіоконтакт; під досяжною областю простору – область, в межах якої можливо забезпечити досить надійне приймання сигналів ПЦ при сучасному рівні розвитку земної радіотехніки.

2.1. Формула Ф.Д. Дрейка

Розглянемо формулу, запропоновану Ф. Д. Дрейком в 1961 р. [2],

$$n_{\text{ТПЦ}} = N_{\Gamma} q_1 n_{\text{ср}} q_2 p_1 p_2 p_3 p_4, \quad (1)$$

де $n_{\text{ТПЦ}}$ – імовірна кількість технологічно розвинених ПЦ в Галактиці на цей час, N_{Γ} – кількість зірок в Галактиці, q_1 – імовірність того, що зірка має планети, $n_{\text{ср}}$ – середня кількість планет в зоряній системі; q_2 – імовірність того, що планета має умови, необхідні для виникнення життя на про-

тязі мільярдів років; p_1 – імовірність того, що на планеті, яка має умови для виникнення життя, життя виникне; p_2 – імовірність того, що на планеті, де існує життя, виникне розумне життя; p_3 – імовірність того, що на планеті, де існує розумне життя, виникне технологічно розвинена цивілізація; p_4 – імовірність того, що технологічно розвинена цивілізація існує на цей час.

Оцінка (1) також визначає далекість зв'язку з ПЦ, яку треба забезпечити, оскільки кількість ПЦ однозначно пов'язана з середньою відстанню між цивілізаціями. Цінність формули в тому, що вона поділяє дуже складну проблему на ряд більш простих, спеціалізованих задач. При її аналізі виникає два принципових запитання. Перше торкається того, чому імовірностей всього чотири, а не набагато більше. Наприклад, чому поміж p_2 і p_3 не ввести p_2' -імовірність появи писемності? Відповідь в тому, що розглядаються тільки основні випадкові події, які визначають напрями розвитку і не розглядаються події очевидні. Так, після появи розуму в ході еволюції має з'явитися якась форма збереження інформації $p_2'=1$. Друге питання складніше – чому імовірності p_i помножуються, що справедливо тільки тоді, коли вони взаємозалежні. Не враховуються також зворотні зв'язки, які можуть виникати при появі ПЦ (наприклад, знищення ворожих цивілізацій), не вводиться „фактор повторюваності”, який враховує можливість почергового виникнення кількох цивілізацій. Відповідь дуже проста – формула (1) репрезентує грубу модель, що визначається двома причинами: невисокою точністю визначення її співмножників, а також тим, що не ставиться задача точного визначення кількості ПЦ. Мета розрахунку – визначити порядок величини $n_{\text{ПЦ}}$.

Подальший матеріал присвячений визначенню співмножників, які входять до формули (1), методом експертних оцінок. До експертиз залучалися найбільш компетентні в своїх галузях вчені, часто лауреати Нобелівських премій. Кількісним оцінкам буде передувати докладний розгляд з викладанням різних поглядів.

2.2. Імовірна кількість зірок в Галактиці (N_{Γ})

Під досяжною областю простору, в межах якої можливо забезпечити досить надійне приймання сигналів ПЦ при сучасному рівні розвитку земної радіотехніки, може бути прийнята наша Галактика [1,3,4,5]. Цей висновок тим більше слушний, якщо спиратися на радіоприймальну техніку завтрашнього дня. За прогнозами таких авторитетних футурологів, як *Rand Corporation*, А.С. Кларк та ін. імовірний час здійснення радіоконтакта з ПЦ лежить в межах 20...40 р.р. нашого століття. При цьому можна розраховувати на подальший виграш у реальній чутливості відносно вже досягнутого результату 10^{-28} Вт/м² за рахунок застосування надшвидкодійної цифрової техніки (для вторинного оброблення, яке використовує тонку відмінність статистичних властивостей сигналу та завади), різних методів накопичення, виводу радіотелескопів у космічний простір, подальшого вдосконалення малошумних підсилювачів, застосування криогенного охолодження до гелієвого рівня, збільшення площі приймальних антен (з діаметром зер-

кала до кілометрів) та багато іншого.

Галактика (від грецького *galaktikos* – молочний) – зоряна система, яка має об’єм лінзоподібної форми з протяжністю біля 100 000 та товщиною близько 12000 світлових років (1 с.р.= 10^{13} км). Сонце являє собою рядову зірку, яка знаходиться на відстані 25 000 с.р. від центра Галактики, яка має спіральну структуру. Кількість зірок в Галактиці сучасна астрономія впевнено визначає з точністю до порядку

$$N_{\Gamma} = 10^{11}. \quad (2)$$

Важливо підкреслити, що прийнятий нами підхід пошуку ПЦ в межах нашої Галактики дає тільки „оцінку знизу” (занижений результат), оскільки Всесвіт містить мільярди галактик.

2.3. Імовірна кількість планет в Галактиці ($n_{\text{пл.}\Gamma}$)

Імовірна кількість зірок в Галактиці, які мають планети $N_{\Gamma, \text{пл}} = N_{\Gamma} q_1$, де N_{Γ} -кількість зірок в Галактиці, q_1 –імовірність того, що зірка має планети. Імовірна кількість планет в Галактиці $n_{\Gamma, \text{пл}} = N_{\Gamma} q_1 n_{\text{ср}}$, де $n_{\text{ср}}$ -середня кількість планет біля зірки.

Розглянемо питання про імовірність існування планет. Широке розповсюдження планетних систем витікає із сучасної теорії утворення зірок та супроводжуючих їх планет при конденсації газопилових туманностей. Розрахунки, виконаних на базі цієї теорії, щодо можливих розмірів планет та їх розташування співпадають з фактичними в Сонячній системі.

Наступний аргумент: в процесі астрономічних спостережень установлена стрибкоподібна втрата моменту кількості руху при еволюції зірки. Це співпадає з гіпотезою про те, що зменшення швидкості руху зірки при її „старінні” викликано утворенням планет за рахунок передавання їм частини кутового моменту руху.

І, нарешті, експериментальний доказ: на цей час непрямыми дослідженнями виявлено біля тисячі планет в околиці 100 с.р. коло Сонця, що свідчить про величезну розповсюдженість планетних систем в Галактиці. Сьогодні теоретики впевнені, що не менш як 30% зірок мають свої планети. Непрямі методи обумовлені відносно малими розмірами планет, що виключає можливість їх прямого виявлення. Історично першим методом виявлення планет був астрометричний метод, який успішно працює і сьогодні. Ознакою виявлення є хвилястість траєкторії руху зірки, яка обумовлена тяжінням планети. Другий метод, оснований на фотометрії; пов’язаний з проходженням планети на фоні зірки, при чому яскравість останньої трохи змінюється. Найбільш поширений метод – спектрометричне вимірювання радіальної швидкості зірки. Зірка, яка має планету, зазнає коливання швидкості, яке можна визначити за доплерівським зміщенням спектра.

Для подальших розрахунків нас цікавить не q_1 , а добуток $q_1 n_{\text{ср}}$, множник, який переводить кількість зірок в кількість планет. За експертними оцінками

$$q_1 n_{\text{ср}} = 0,1 \quad (3)$$

2.4. Імовірність того, що планета має умови, необхідні для виникнення життя (q_2)

Для еволюції живих організмів від появи найпростіших форм життя до людини та далі до технічно розвиненої цивілізації необхідно виконання ряду умов, які відображаються формулою

$$q_2 = q_T q_{\text{пд}} q_{\text{ж}} q_{\text{м}}, \quad (4)$$

де співмножники показують частку планет, які мають певні ознаки, необхідні для виникнення та розвитку життя. При цьому ми апріорі встановлюємо деяку „норму існування”, в якості якої приймається норма активного функціонування білкового життя.

Припускаючи можливість існування цивілізацій кібернетичного типу, в подальшому будемо розглядати цивілізації виключно біологічні. Справа в тому, що за висновками сучасної науки біологічна стадія розвитку є необхідною умовою появи цивілізації будь-якого іншого типу. Така постановка свідчить про те, що ми віддаємо певну данину антропоморфізму („земному шовінізму”). Вважаю, що такий підхід неминучий - інші приводять нас до області нічим не обмежених спекуляцій. Важливо зазначити, що такий підхід при розрахунку кількості ПЦ дає „оцінку знизу”.

Співмножник q_T подає частку зірок з необхідною поверхневою температурою на протязі досить довгого часу. Як відомо, для того, щоб класифікувати зірки за їх поверхневими температурами, введені спектральні класи O, B, A, F, G, K, M , температура яких визначається спектром випромінювання зірки. Виділимо класи $F2 - K5$ тому, що вони забезпечують на протязі мільярдів років стабільні умови існування планети. Так, на планеті Земля процес біологічної еволюції зайняв приблизно два мільярда років; при цьому за геологічними даними світимість нашого Сонця залишалася постійною з точністю до десятків процентів. Звідси $q_T = N_{F2-K5} / N_T$.

Співмножник $q_{\text{пд}}$ пов'язаний з необхідністю виключення із розгляду подвійних зірок $N_{\text{пд}}$, на планетах яких різко змінюються умови в залежності від положення планети $q_{\text{пд}} = (N_T - N_{\text{пд}}) / N_T$.

Співмножник $q_{\text{ж}}$ представляє частку планет, орбіти яких потрапляють в тепловий „пояс життя”. Так, із дев'яти планет Сонячної системи тільки три (Венера, Земля, Марс) мають температурні умови, необхідні для існування білкових тіл – на інших занадто тепло або холодно. Звідки для середньої зоряної системи $q_{\text{ж}} = (n_{\text{ж}} / n)_{\text{ср}}$.

Співмножник $q_{\text{м}}$ репрезентує частку планет в Галактиці, які мають необхідну оптимальну масу $q_{\text{м}} = n_{\text{Г.пл.м.опт}} / n_{\text{Г.пл}}$.

Планети малої маси не можуть утримати атмосферу; планети-гіганти, по суті маленькі зірки, мають згубне радіаційне випромінювання, високу температуру, відсутність твердої оболонки, отруйну атмосферу. Крім того, для виникнення життя необхідно виконання ряду інших умов: певний хімічний склад атмосфери, визначений постійний радіаційний фон, потужна гідросфера, де, певно, виникли первісні форми життя.

Проведені експертні оцінки дають досить широкий розкид можливих значень імовірностей того, що планета має умови для виникнення та розвитку життя

$$q_2 = 10^{-5} \div 10^{-1}. \quad (5)$$

2.5. Імовірність того, що на планеті, яка має умови для виникнення життя, виникне життя (p_1)

Перш за все ми маємо відповісти на питання, що таке життя, що відрізняє живе від неживого. Сьогодні наука відповідає на це питання так: живі організми – це системи, які здатні до самовідтворення та еволюції (удосконалення). В той же час основна діяльність живих організмів, коли вони не розмножуються, полягає в підтриманні обміну речовин шляхом простого (у рослин) або непрямого (у тварин) використання сонячної енергії.

Перший „поверх” життя – молекули. Тут ми знаходимо, що більшість живої матерії складається з невеликої кількості дуже простих молекул – мономерів. До найбільш важливих мономерів відносять амінокислоти: білки, які відповідають за структуру живих клітин; цукри, які служать для живлення; жири для запасу енергії. Мономери, пов’язані між собою, утворюють полімери – вже живу речовину, яка складається із ланцюжка довгих молекул, структура яких багаторазово повторюється.

Самовідтворення живої природи вкрай різноманітне: клітини поділяються, рослини дають насіння, птахи та плазуни відкладають яйця, ссавці народжують потомство. Але самовідтворення на молекулярному рівні відбувається однаково і управляє цим процесом один і той же полімер – дезоксирибонуклеїнова кислота (ДНК). Кожна молекула ДНК містить генетичний код, який визначається послідовністю розміщення її компонентів. Найбільш вражає те, що всі без винятку організми, починаючи від найпростіших синьо-зелених водоростей до людини, використовують один і той же генетичний код, і це свідчить про їх спільне походження.

Біологічна еволюція на молекулярному рівні відбувається таким чином. Під впливом зовнішніх факторів, в основному радіаційного фону космічного та земного походження, виникають окремі порушення генетичного спадкоємного коду та відповідні їм нові ознаки організму (мутації). Природний відбір закріплює корисні мутації, що і визначає удосконалення організму. Основна трудність проблеми походження життя в тому, що досі немає теорії її виникнення, яке відбулося на Землі 3..4 млрд. років тому, коли умови суттєво відрізнялися від сучасних. Точніше ми вирішили цю задачу тільки частково: ми уміємо створювати дуже поширені у Космосі органічні молекули - мономери, ці цеглинки, з яких будується жива матерія, але не можемо одержати полімери, тобто здійснити перехід від „неживого” до „живого”.

Існує багато гіпотез виникнення життя. Так, за ранніми гіпотезами Ч. Дарвіна та Дж. Бернала життя могло зародитися в мулі невеликих лагун, ставків, водоймищ. За другою версією життя виникло в первісному океані, сприятливому розчині органічних з’єднань, який захищав живі організми

від ультрафіолетового випромінювання Сонця (атмосфера первісної Землі ще не була захищена озоновим шаром). Крім того, відносний склад рідких елементів живих організмів дивовижно співпадає з їх концентраціями в морській воді. За гіпотезою „локального виникнення” життя з’явилося біля підводних вулканів, які можна розглядати не тільки як джерело тепла, а ще як джерело з’єднань, необхідних для синтезу органічних речовин.

Всі запропоновані гіпотези супроводжувалися ретельними експериментальними дослідженнями. Жодні із них не дали позитивного результату, не дозволили синтезувати ДНК, головну ознаку життя. Але є всі підстави вважати, що цей результат буде досягнутий на базі грандіозних досягнень сучасної молекулярної біології.

Паралельна задача, яка сьогодні стоїть перед наукою, це пошук позаземного життя. Його виявлення дало б змогу стверджувати, що життя є універсальним кроком еволюції матерії, а не випадковим явищем, яке виникло тільки на Землі, і тоді $p_1=1$. Такий пошук починався з Марса, той планети Сонячної системи, де умови виникнення життя найбільш близькі до земних. В 1976 р. була здійснена операція „Вікінг”, пошук життя на самому низькому рівні мікроорганізмів. Слід пам’ятати, що протягом мільярдів років мікроорганізми були єдиною формою життя на Землі. Незважаючи на ряд окремих позитивних результатів (наприклад, виявлення високої активності марсіанського ґрунту), загальний позитивний висновок на користь існування життя не був зроблений.

Подальші пошуки проводилися цілеспрямовано: на полярних шапках, в місцях розливу прадавніх річок. Експедиція „Марс Патфайндер”, запущена в 1996 р., була самою успішною після „Вікінгів”. В 2002 році за даними з борту АМС „Марс Одісей” було остаточно підтверджено існування водяного льоду в приполярних областях Марса під поверхневим шаром ґрунту в обох півкулях від полюса до широти 60^0 . Марсоходи „Спирит” та „Оппортюніті” були запущені в 2003 р. Кожен з них пройшов більше 5 км. Зроблено більш 60000 знімків та панорам. Одержані докази того, що в прадавнині тут існували басейни з солоною водою. Знайдені мінерали, які підтверджують присутність води в минулому. Відомі марсіанські каньйони були створені водними потоками, які висохли більше мільярда років тому. На циклопічні масштаби цих потоків і їх фантастичну потужність вказують розміри каньйонів, які не мають земних аналогів. Все це свідчить про те, що на ранніх етапах розвитку Земля і Марс мали багато спільного: теплий клімат, потужну атмосферу, рідинну воду – в таких умовах могло виникнути життя. Але потім сталося різке похолодання, викликане зміщенням осі обертання Марса внаслідок впливу тяжіння Юпітера. Життєздатність мікроорганізмів після перебування в стані анабіозу на протязі мільйонів років в шарах вічної мерзлоти Сибіру чи Антарктиди дозволяє припустити збереження подібних форм життя в мерзлих породах Марса.

Але все це припущення – прямих доказів існування марсіанського життя знайдено не було. Ситуація корінним чином змінилася після того, як

влітку 1996 р. американські вчені повідомили про метеорит, якому був присвоєний індекс ALH 84001. Метеорит масою 2 кг, схожий на велику картоплину, відділився від Марса внаслідок удару астероїду приблизно 16 млн. років тому і після довгого блукання у Космосі біля 13 тис. років назад упав на поверхню Антарктиди. Він став знаменитий після того, як в ньому за допомогою електронного мікроскопа виявили залишки мікроорганізмів – мінералізовані тіла нанобактерій з розмірами від 10 до 200 нм.

Подальші плани дослідження містять проект „Марс ґрунт повернення”, який стартує в 2011...2014 р.р. Планується взяття зразків марсіанських порід та їх доставка на Землю. Орієнтовна тривалість майбутнього пілотованого польоту на Марс, який зараз у стадії пророблення, складає 450 діб, можливий старт – 2015...2020 р.р.

Далі розглянемо суто теоретичні положення. Питання імовірності p_1 по суті зводиться до питання – чи є виникнення життя випадковим, чи закономірним. На користь закономірності працює метод аналогій: якщо об’єктивні закони природи всюди однакові, а це є експериментально доведений факт, оскільки життя на планеті Земля виникло, то при наявності необхідних для життя умов воно має виникати і на інших планетах. Але при цьому має бути виконана ще одна основна умова: час, необхідний для виникнення життя, має бути меншим часу існування планети. Звертає на себе увагу співвідношення цих величин. Вік найдавніших порід, які несуть сліди життя, дозволяє стверджувати, що час еволюції, яка привела до виникнення життя на Землі, складає 3 млрд. років. При цьому вік Сонячної системи складає 5 млрд. років, а вік Всесвіту 10 млрд. – тобто всі ці величини одного порядку і для жодної планети Всесвіту не існує запасів для виконання основної умови виникнення життя. Не існує тому, що час, необхідний для виникнення життя, може істотно змінюватися в залежності від фізичних умов на інших планетах в порівнянні з земними умовами. Але оскільки, як це витікає із формул (2), (3), (5), кількість планет в Галактиці, які мають умови для виникнення життя, дуже велика

$$n_{\text{умв}} = N_{\Gamma} q_1 n_{\text{ср}} q_2 = 10^{11} 10^{-1} (10^{-5} - 10^{-1}) = 10^5 \div 10^9, \quad (6)$$

то де-небудь життя має „встигнути” виникнути.

На користь закономірності виникнення життя говорить і загальна тенденція еволюції матерії [6]. За існуючими сьогодні уявленнями процес розвитку матерії можна розглядати як прогресивну еволюцію, яка здійснюється внаслідок природного відбору найбільш стійких та здатних до подальшого об’єднання частинок в умовах зовнішніх змін. В світлі цього процес поступового ускладнення мономерів – полімеризація є глибоко закономірним процесом. Слід зазначити, що деякі складні органічні молекули краще витримують руйнівну дію ультрафіолету та нагріву, ніж прості. Таке ускладнення, яке протікало внаслідок хімічних, фізичних та термодинамічних флуктуацій і відбору стійких систем протягом мільярдів років породжувало різні типи молекулярних структур, в тому числі і здатні до самовідтворення. Нехай їх виникнення було випадковим, але такі полімери ма-

ли колосальні переваги порівняно з іншими і тому закономірно закріплювалися. А це вже шлях до ДНК.

Тепер розглянемо точку зору значно меншої частини вчених, які вважають, що імовірність виникнення життя мізерно мала і ми практично самотні в Галактиці. Їх аргументація полягає в такому. Природа сліпо працює методом спроб та помилок. Тому виникнення життя на Землі являє собою послідовність випадкових, неповторних кроків, яку могла обірвати будь-яка випадковість. Звідки виникнення життя не можна віднести до закономірних процесів, це виключне явище, яке не підлягає повторенню. В підтвердження пропонується комбінаторний підхід $P_1 = N_{\text{кмб.ж}} / N_{\text{кмб.зг}}$, де $N_{\text{кмб.ж}}$ —кількість можливих комбінацій елементів в живих організмах, $N_{\text{кмб.зг}}$ —загальна кількість можливих комбінацій існуючих елементів. Помилковість такого підходу в тому, що в процесі утворення складних систем, які можуть самовідтворюватися, виникають проміжні підсистеми, в яких реалізуються тільки дозволені комбінації. Так, із астрономічної кількості можливих амінокислот природа використовує в живих організмах тільки двадцять.

Отже, випадковості дійсно мали місце, як і збіг випадковостей. Але, як доводить теорія імовірностей, випадкові події підкоряються своїм не випадковим законам. Так, за теоремою Бернуллі при зростанні кількості дослідів випадкова величина втрачає свій випадковий характер і сходиться за імовірністю до певного значення. Стосовно до нашого питання, виникнення особливої форми організації матерії, яку ми зовемо „життям”, на планеті Земля можливо і було випадковістю. Але у безмежному просторі Всесвіту виникнення життя є закономірним явищем. Пані Природа ставила і ставить мільярди таких експериментів на протязі мільярдів років і повторення в схожих умовах та при дії однакових законів неминуче має відбутися. Життя репрезентує звичайний прояв природи, її космічний імператив.

Проведені експертні оцінки дають малий розкид імовірностей виникнення життя на планеті, яка має умови, необхідні для його виникнення

$$P_1 = 10^{-1} \div 1,0. \quad (7)$$

(Далі буде)

Література

1. Тартер Дж.. «Космический стог сена» и современные программы SETI в США – М.: Наука, 1986.
2. Drake F. D.. Intelligent life in space, Macmillan, New York, 1962.
3. Котельников В. А. . Радиосвязь с внеземными цивилизациями. – М.: Наука, 1972.
4. Троицкий В. С. . Поиск внеземных цивилизаций: новая стратегия. – М.: Земля и Вселенная, №6, 1983.
5. Петрович Н. Т. . Проблема радиоконтакта с внеземными цивилизациями.- М.: За-рубежная радиоэлектроника, № 2/3, 1995.
6. Стрельницкий В.С.. Необходимость и случайность в структурной эволюции вещества во Вселенной. Проблема поиска жизни во Вселенной.- М.:Наука, 1986.

Мазор Ю.Л. Радиоконтакт с внеземными цивилизациями Рассмотрена возможность существования внеземных цивилизаций и современные проекты радиосвязи с ними	Mazor Yu.L. Radiocontact with unearthly civilizations An opportunity of existence unearthly civilizations and modern projects of the radio-communication with them is regard.
---	--