

Ilu prócz nas

Zastanawiając się nad problemem życia we Wszechświecie musimy na samym początku dokonać wyboru, co do którego nie mamy żadnych podstaw. Nie istnieją do dzisiaj żadne argumenty za pozytywną albo negatywną odpowiedzią na pytanie: czy życie na Ziemi jest rzeczą unikalną, kwestią przypadku, czy też jest regułą wspólną dla całego kosmosu, jedną z dróg ewolucji materii.

Ponieważ odpowiedź klasyfikująca życie do szufladki z unikatami i dziwami byłaby tu nieciekawa, więc założymy, że prawdziwa jest odpowiedź druga. Tego rodzaju założeń będziemy musieli w toku rozumowania dokonać więcej tylko po to, żeby uzyskać jakiegokolwiek wyniki ilościowe. Jednak trzeba pamiętać, że każde z tych założeń nie jest niczym poparte — jest wręcz karkołomne. Ocenimy, jaka jest średnia odległość między cywilizacjami technicznymi, które rozwijają się na planetach według nas „życionośnych”, czyli podobnych do Ziemi.

Gwiazdy można podzielić na dwie populacje — kryterium determinującym przynależność danej gwiazdy do populacji jest zawartość pierwiastków ciężkich (cięższych niż hel) w jej atmosferze: gwiazdy o dużej zawartości należą do tzw. populacji I, te o mniejszej — do populacji drugiej.

Wydaje się, że planety podobne do naszej mogą istnieć tylko wokół gwiazd populacji I — o dostatecznej ilości ciężkich pierwiastków. Najstarsze gwiazdy tego rodzaju mają po ok. 10 miliardów lat. Obecna ich liczba w Galaktyce wynosi $N_* \approx 2 \times 10^{11}$.

Nie wszystkie jednak gwiazdy populacji I są odpowiednie, aby spełniać zadane warunki. Gwiazdy o masie większej niż $2m_{\odot}$ (co odpowiada typowi widmowemu F na ciągu głównym) zbyt szybko ewoluują, aby na planetach im towarzyszących mogło rozwinąć się życie, które doprowadziłoby do powstania cywilizacji. Natomiast gwiazdy typu M na ciągu głównym są tak zimne, że planety, aby uzyskiwać podobne ilości energii co Ziemia, musiałyby zbliżyć się bardzo blisko do macierzystej gwiazdy. Na tak małej odległości siły przyływowe wyhamowałyby ich ruch obrotowy, co również uniemożliwiłoby rozwój życia „ziemiopodobnego”. Gwiazdy po odejściu od ciągu głównego przechodzą wiele dramatycznych etapów w trakcie swojej ewolucji, więc założymy, że i tu życie nie istnieje. Pozostają tylko gwiazdy na ciągu głównym typów F, G i K. Spośród nich tylko ok. 15% to gwiazdy pojedyncze. Po uwzględnieniu tych czynników otrzymujemy stosunek „dobrych słońc” do wszystkich gwiazd populacji I: $f_g \approx 0,05$.

Wydaje się, że większość pojedynczych gwiazd typu F, G, K posiada planety, więc „część z planetami” $f_p \sim 1$.

Przyjmijmy, że średnio wśród układów planetarnych duża część jest takich, które posiadają dostatecznie dużą planetę (aby była otoczona atmosferą) w odpowiedniej odległości od gwiazdy (aby posiadać odpowiednią temperaturę powierzchni) czyli obiegają słońce w obszarze nazywanym ekosferą. A więc liczba planet w ekosferze $0,1 < f_e < 1$. W przypadku naszego układu (nietypowo, jak przypuszczamy) $f_e = 2$ (Ziemia i Wenus).

Teraz szybko trzy założenia z serii „karkołomnych”:

- (1) Na każdej „dobrej planecie” rozwinie się życie: $f_z = 1$.
- (2) Ewolucja istot żywych doprowadzi zawsze do powstania istot inteligentnych: $f_i = 1$.
- (3) Istoty inteligentne stworzą prawdopodobnie cywilizację techniczną zdolną do kontaktów z innymi cywilizacjami: $0,1 < f_c < 1$.

Wprowadźmy teraz iloczyn

$$s = f_g f_p f_e f_z f_i f_c,$$

który jest prawdopodobieństwem powstania cywilizacji technicznej wokół danej gwiazdy populacji I przy wszystkich dokonanych założeniach. Z naszych oszacowań wynika, że $0,0005 < s < 0,05$. Przyjmijmy $s = 0,005$.

Niech G będzie średnim czasem od powstania gwiazdy do powstania cywilizacji, natomiast L średnim czasem jej życia. O czasie G nie wiemy prawie nic, ponieważ możemy mówić tylko o G_{Ziemi} : $G_{Ziemi} \approx 4 \times 10^9$ lat; oczywiście $G < 10^{10}$ lat. Natomiast o L nie wiemy zupełnie nic. Wielu uczonych spekuluje (Szkłowski, Sagan), że rozkład L może być mniej więcej dwuwartościowy. Część cywilizacji, powiedzmy 1%, uporała się ze swoimi ekologicznymi i społecznymi problemami i dla tych cywilizacji $L \sim 10^9$ lat, natomiast reszta — 99% nie poradziła sobie i dla nich $L \sim 10^3$ lat. (Ciekawe, ile wyniesie nasze L_{Ludzie}). Załóżmy jednak, że można wprowadzić średnie L , od którego niewiele odbiegają indywidualne wartości. Jeśli tak, to liczba cywilizacji, które powstały przed czasem t będzie proporcjonalna do $N_*(t-G)$, a liczba cywilizacji, które do czasu t już zdążyły wyginąć, będzie proporcjonalna do $N_*(t-G-L)$.



Obie te krzywe są odpowiednio lewą i prawą granicą obszaru „zaludnionego” na rysunku i są po prostu krzywą $N_*(t)$ przesuniętą w prawo o G i $G+L$. Liczba cywilizacji współistniejących w czasie t będzie więc równa

$$N(t) = s(N_*(t-G) - N_*(t-G-L)).$$

Jeśli L nie jest zbyt duże, to

$$N_*(t-G) - N_*(t-G-L) \approx \frac{dN_* \left(t-G - \frac{L}{2} \right)}{dt} L.$$

Jeśli wprowadzimy teraz oznaczenia $G + \frac{L}{2} = \tau$ i $\frac{dN_*}{dt} = R_*$, które jest po prostu szybkością powstawania gwiazd, to otrzymamy słynny wzór Drake'a

$$N(t) = R_*(t-\tau) \cdot s \cdot L.$$

Niech $F = s \cdot R_*(t_0 - \tau)$. Obecna liczba cywilizacji wyniesie

$$N(t_0) = F \cdot L.$$

R_* przed 5 miliardami lat wynosiło ok. 20 na rok, a więc $F = \frac{1}{10}$ rok⁻¹, a więc

$$N(t_0) = \frac{L}{10} \text{ (w latach).}$$

Ponieważ liczba 10 w mianowniku jest konsekwencją wszystkich naszych założeń, więc możliwe, że trzeba by ją zastąpić inną wielkością (może 1, a może 100 lub więcej).

A więc jaka jest średnia odległość między cywilizacjami?

Zdefiniujmy wielkość $p = N/N_*$, która jest prawdopodobieństwem, że wokół przypadkowo wybranej gwiazdy istnieje obecnie rozwinięta cywilizacja. Prawdopodobieństwo, że wokół n tak wybranych gwiazd nie istnieje cywilizacja techniczna jest $(1-p)^n$, czyli prawdopodobieństwo, że istnieje ona choć wokół jednej gwiazdy jest

$$P = 1 - (1-p)^n.$$

Ponieważ $p \ll 1$, to wzór powyższy można zamienić na inny (z definicji liczby e — podstawy logarytmów naturalnych)

$$P \approx 1 - e^{-np}.$$

Średnia odległość między cywilizacjami jest wielkością obszaru, który obejmuje dostatecznie dużo gwiazd, aby $np = 1$. Gęstość gwiazd w okolicach Słońca wynosi mniej więcej $\rho = 2/(\text{rok św.})^3$

Ponieważ $p = N/N_*$ a $n = \rho \cdot V = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho$

$$1 = np = \frac{4}{3} \frac{N}{N_*} \pi R^3 \cdot \rho$$

czyli

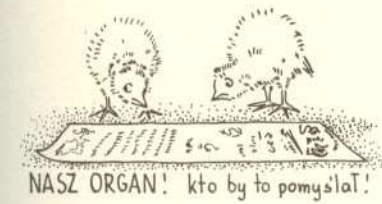
$$R = \left(\frac{3}{4} \frac{N_*}{N} \frac{1}{\pi \rho} \right)^{1/3}.$$

Jeśli $L = 10^3$ lat to $N = 10^2$ i $R \approx 620$ lat świetlnych, jeśli $L = 10^9$ lat to $R \sim 6$ lat świetlnych.

Korzystając z dokładniejszych danych dotyczących gęstości interesujących nas gwiazd ciągu głównego typów F , G i K i uwzględniając rozkład gęstości tych gwiazd w Galaktyce otrzymujemy zależność średniej odległości współistniejących cywilizacji w okolicach Słońca od średniej długości życia L . Z rysunku widać, że jeśli $L \lesssim 3000$ lat, to cywilizacja wyginie wcześniej niż przyjdzie odpowiedź na sygnał radiowy.

Możliwe, że w centralnych rejonach Galaktyki, gdzie gęstość gwiazd jest kilkadziesiąt razy większa niż w okolicach Słońca, istnieje od dawna regularna łączność radiowa między wieloma bliskimi cywilizacjami. My na włączenie do systemu intergwiazdnej łączności będziemy musieli jeszcze poczekać parę tysięcy lat, jednak próby trwają.

(Wykorzystano tu pracę: Oliver, B. M., 1975, *Icarus* 25, 360)



Artykuły, korespondencje i inne materiały publikowane na łamach Illustrated Broiler Times prezentują wyłącznie poglądy ich autorów i, o ile nie jest to zaznaczone expressis verbis, nie są wyrazem oficjalnego stanowiska Redakcji.

Copyright © by Illustrated Broiler Times. Wszelkie prawa zastrzeżone. Oprócz wykorzystania dla celów recenzji wszelka reprodukcja lub wykorzystanie publikowanych materiałów w całości lub w części w dowolnej formie i jakimikolwiek sposobami elektronicznymi, mechanicznymi bądź innymi, znanymi obecnie lub takimi, które mogą być wynalezione w przyszłości, w szczególności za pomocą kserografii, fotokopii lub zapisu w bankach danych bez pisemnego zezwolenia wydawcy zabronione.

