Fizyka a cywilizacje pozaziemskie

13 sierpnia 2021

Choć mówienie o stopniu rozwoju cywilizacji starszych od naszej o tysiące lub miliony lat to kwestia czystej spekulacji, z pomocą w wizualizacji tych scenariuszy przychodzi nam fizyka. W latach 1960. radziecki uczony N. Kardaszew opracował 3-stopniową skalę rozwoju cywilizacji. Od tego czasu naukowcy rozwijają jego wizję. Jak daleko nam do następnego szczebla i czy inne cywilizacje mogą uciec przed śmiercią Wszechświata? Co kryje się dalej za trzema stopniami Kardaszewa?

Śp. Carl Sagan zadał niegdyś pytanie: „Co dla cywilizacji oznacza fakt, iż liczy sobie ona milion lat? Od kilku dziesięcioleci posiadamy radioteleskopy i statki kosmiczne. Nasza cywilizacja techniczna liczy sobie kilkaset lat… a zaawansowana cywilizacja licząca sobie miliony lat wyprzedza nas o tyle, o ile my znalezione w dżungli dziecko czy makaka”.

Choć wszelkie dywagacje na temat wysoce zaawansowanych cywilizacji to sprawa czystej spekulacji, prawa fizyki mogą zostać tu wykorzystane do wyznaczania dolnych i górnych granic zasięgu owych cywilizacji. Gdy prawa kwantowej teorii pola, ogólnej teorii względności, termodynamiki itp. są w miarę dobrze poznane, fizyka może wskazać szersze ramy, które wyznaczają możliwości owych cywilizacji.

Ludzkość może wkrótce czekać „pozaziemski szok”, gdyż obecna lista pozasłonecznych planet zawierająca ciała wielkości Jowisza, poszerza się o setki planet wielkości Ziemi, niemalże identycznych z naszym planetarnym domem. Może to otworzyć nową erę w naszych relacjach z Wszechświatem: nigdy już nie spoglądać będziemy na niebo w ten sam sposób uświadamiając sobie, że naukowcy mogą ostatecznie stworzyć pewien rodzaj

encyklopedii dokładnie opisującej setki podobnych do Ziemi planet.

Dziś każdy tydzień przynosi wieści o odkryciu planet o wymiarach Jowisza poza naszym układem słonecznym. Jedna z nich oddalona jest o ok. 15 lat świetlnych i krąży wokół gwiazdy Gliese 876. Najbardziej spektakularne z tych odkryć sfotografował Teleskop Hubble'a, który uchwycił zadziwiające fotografie planety odległej od nas o 450 lat, która wypchnięta została w kosmos przez swój podwójny system gwiezdny.

Jednakże najlepsze dopiero nadejdzie. Na początku następnej dekady naukowcy stworzą nowy rodzaj teleskopu kosmicznego, który użyje interferencji promieni świetlnych. Dla przykładu instrument o nazwie SIM (Space Interferometry Mission), który umieszczony ma zostać w przestrzeni kosmicznej na początku przyszłej dekady, składa się z wielu teleskopów umieszczonych na mierzącej ok. 9 metrów strukturze. Posiadając niezwykłą rozdzielczość sięgającą fizycznych granic optyki, SIM posiada możliwości, które wydają się niemalże nieprawdopodobne. Będzie on w stanie wykryć latarkę, którym wymachuje znajdujący się na powierzchni Marsa astronauta.

SIM położy jednak podwaliny pod instrument o nazwie Terrestrial Planet Finder (Ziemski Detektor Planet), który uruchomiony zostanie w przyszłym dziesięcioleciu i który z pewnością wykryje znacznie więcej planet przypominających naszą. Przeskanuje on w ich poszukiwaniu najjaśniejszych 1000 gwiazd w promieniu 50 lat świetlnych od Ziemi i skupi się na 50 – 100 najjaśniejszych systemach planetarnych.

Wszystko to z kolei spowoduje aktywne przedsięwzięcia w poszukiwaniu odpowiedzi na pytanie, czy którakolwiek z tych planet gości życie, a także być może cywilizacje, które stoją na wyższym od naszej poziomie. Choć niemożliwe jest przedstawienie dokładnych cech podobnych zaawansowanych cywilizacji, ich szerszy zarys ustalić można na podstawie praw fizyki. Nie ważne jak wiele lat świetlnych dzieli je od nas –

wciąż podlegać muszą one żelaznym zasadom fizyki, które obecnie są w stanie wyjaśnić nam wszystko – od subatomowych cząsteczek po ogromne kosmiczne struktury.

FIZYKA CYWILIZACJI I, II i III RZĘDU

Cywilizacje dzielić możemy ze względu na ich zużycie energii, biorąc pod uwagę następujące czynniki:

1. Prawa termodynamiki: Nawet najbardziej zaawansowana cywilizacja podlega prawom termodynamiki, szczególnie ta prezentująca II poziom.

2. Prawa materii stałej: Materia barioniczna (tzn. oparta na protonach i neutronach), skłania się ku trzem głównym grupom: planetom, gwiazdom i galaktykom. (Jest to określone przez produkty gwiezdnej i galaktycznej ewolucji, fuzji termodynamicznej itp.). Stąd też ich energia bazuje na trzech oddzielnych typach i to wyznacza górne granice współczynnika ich konsumpcji energii.

3. Prawa ewolucji planetarnej: Każda z zaawansowanych cywilizacji musi szybciej zwiększać zużycie energii niż wynosi częstotliwość zagrażających życiu katastrof (upadków meteorów, zlodowaceń, eksplozji supernowej itp.). Jeśli czyni to powoli, skazana jest na zagładę.

W opublikowanym w 1964 r. artykule w „Przeglądzie Sowieckiej Astronomii”, radziecki astrofizyk Nikołaj Kardaszew wyjaśnia, iż zaawansowane cywilizacje należy pogrupować i wyróżnić trzy ich typy: I, II i III, które posiadają odpowiednio planetarne, gwiezdne i galaktyczne formy energii. Obliczył, że zużycie energii tych trzech typów cywilizacji dzielą niewypowiedziane różnice. Ale jak długo zajmuje przejście z Typu I na Typ II?

Krócej niż można by przypuszczać.

Don Goldsmith, astronom z Uniwersytetu Berkeley przypomina nam, że planeta Ziemia otrzymuje ok. jednej-miliardowej części energii Słońca, zaś ludzie używają z tego jedną-milionową. Wykorzystana przez nas część całej energii słonecznej to zatem jeden na milion miliardów. Obecnie całą produkcja energii na naszej planecie zwiększa się i obecnie jesteśmy w stanie obliczyć, jak długo zajmie przejście do cywilizacji Typu II lub III.

– Wystarczy spojrzeć jak daleko zaszliśmy w wykorzystaniu energii gdyż odkryliśmy jak nią manipulować, jak wykorzystywać kopalne paliwa i jak produkować prąd dzięki elektrowniom wodnym itd. – mówi Goldsmith. Znaleźliśmy zastosowanie energii w zadziwiającej liczebnością formie w ciągu zaledwie kilku wieków w porównaniu do miliardów lat istnienia naszej planety… To samo może stosować się też do innych cywilizacji.

Fizyk Freeman Dyson z Instytutu ds. Zaawansowanych Badań szacuje, że w ciągu następnych 200 lat powinniśmy osiągnąć status cywilizacji Typu I. Zwiększając co rok produkcję energii o skromny 1%, Kardaszew szacował, że dojście do cywilizacji rzędu II nastąpi po 3200 lat, zaś do poziomu III 5800 lat.

ŻYJĄC W CYWILIZACJI I, II i III TYPU

Cywilizacja Typu I ma dla przykładu charakter planetarny i opanowuje większość form planetarnej energii. Jej produkcja energii może przekraczać naszą obecną produkcję o tysiące lub wręcz miliony razy. Mark Twain powiedział pewnego razu, iż „każdy narzeka na pogodę, ale nikt nic z nią nie robi”. W cywilizacjach I Typu może wyglądać to inaczej, gdyż posiadają one na tyle energii, aby modyfikować pogodę. Posiadają jej też na tyle, aby zmieniać wpływać na skutki trzęsień ziemi, wybuchów wulkanów a także aby budować miasta na powierzchni oceanów.

Nasz obecny poziom produkcji energii plasuje nas na poziomie cywilizacji Typu 0. Nie czerpiemy jej z opanowywania ziemskich sił, ale spalania obumarłych roślin (tzn. węgla i ropy). Ale widać jest już zalążki cywilizacji Typu I. Obserwujemy powstanie ogólnoplanetarnego języka (jakim jest angielski), systemu komunikacji (Internet), ogólnoświatowej ekonomii (która znajduje wyraz np. w postaniu UE) a także narodzinom ogólnoplanetarnej kultury (poprzez mass media, telewizję, muzykę, kino itp.).

Wedle definicji zaawansowana cywilizacja musi rozwijać się szybciej niż wynosi częstotliwość zagrażających jej katastrof. Jeśli w powierzchnie planety średnio co kilka tysięcy lat uderza dużych rozmiarów meteoryt lub kometa, cywilizacja I Typu musi opanować podróże kosmiczne na tyle, aby móc zmienić tor lotu stanowiącego zagrożenie ciała kosmicznego. Na przestrzeni dziesiątek tysięcy lat mają miejsce także epoki lodowcowe, dlatego cywilizacja tego typu musi nauczyć się przez ten okres modyfikowania pogody.

Należy wziąć pod uwagę także katastrofy, które nie wynikają z winy natury. Problem globalnego zanieczyszczenia zagraża tylko cywilizacji 0 Typu. Ta, która stoi rząd wyżej i od kilku tysiącleci istnieje jako cywilizacja planetarna musi osiągnąć koniecznie ekologiczny balans planety. Problemy wewnętrzne, jak wojny stwarzają oczywiście poważne zagrożenie, ale cywilizacje te mają za sobą tysiące lat istnienia, w czasie których był czas na rozwiązanie rasowych, narodowych czy religijnych konfliktów.

Jednak po kilku tysiącach lat cywilizacja I Typu wyczerpie możliwości swej planety i rozpocznie korzystanie energii słonecznej, czyli ok. biliona trylionów trylionów ergów na sekundę.

Z ilością energii porównywalną do niedużej gwiazdy, powinna być widoczna z kosmosu. Dyson wysunął nawet myśl, że cywilizacja II Typu może zbudować wokół swej gwiazdy

gigantyczną powłokę, aby czerpać dostateczną ilość energii.

Nawet jeśli będą oni starali się ukryć swe istnienie, muszą, wskutek działania drugiego prawa termodynamiki, emitować „zużyte ciepło”. W kosmosie ich planeta świecić może jak choinkowa lampka. Dyson zaproponował, aby w identyfikacji II Typu cywilizacji poszukiwać podczerwonych emisji a nie sygnałów radiowych czy telewizyjnych.

Prawdopodobnie jedynym poważnym zagrożeniem dla cywilizacji II Typu jest eksplozja sąsiadującej supernowy, której nagła erupcja mogłaby spalić powierzchnię planety poprzez uderzenie promieniowania rentgenowskiego, zabijając wszystkie żywe organizmy. Dlatego też najbardziej interesująca jest cywilizacja Typu III, która jest w praktyce niezniszczalna. Ponieważ wyczerpała ona moc jednej gwiazdy, sięga do innych systemów planetarnych. Żadna znana nauce katastrofa naturalna nie jest w stanie położyć jej kres.

Radzenie sobie ze znajdującą się w pobliżu supernową również potrzebuje kilku rozwiązań, tak jak np. odwrócenie ewolucji umierającego czerwonego giganta, który jest bliski wybuchu albo opuszczenie swego systemu gwiezdnego przez przystosowanie do życia innego.

Jednakże na drodze z cywilizacji II do III Typu istnieją przeszkody. Ostatecznie rozbija się ona o kolejne z żelaznych praw fizyki, teorię względności. Dyson szacuje, że może ona powodować opóźnienia w ewolucji na drodze od cywilizacji III typu nawet o miliony lat.

Mimo to istnieje wiele sposobów poruszania się z bliskimi światłu prędkościami. Dla przykładu, miernik możliwości rakiet oznaczany jest jako „impuls właściwy” (równy stosunkowi pędu i czasu trwania, mierzony jednostkach na sekundę). Rakiety napędzane chemiczne mogą uzyskać impuls rzędu kilkuset lub kilku tysięcy sekund. Silniki jonowe uzyskują dziesiątki tysięcy sekund. Ale aby osiągnąć prędkość światła impuls

właściwy musi wynosić ok. 30 milionów sekund, co leży daleko poza naszymi możliwościami, ale nie jest trudne dla cywilizacji III Typu. Dla pojazdów poruszających się z prędkością zbliżającą się do prędkości światła istnieje kilka możliwych rodzajów napędu.

JAK ODKRYWAĆ GALAKTYKĘ

Z racji ogromnych odległości dzielących gwiazdy i liczby nieodpowiednich dla podtrzymywania życia systemów słonecznych, cywilizacja III Typu stanie przed kolejnym problemem: jaki według matematyki jest najbardziej skuteczny sposób eksplorowania miliardów gwiazd w galaktyce?

W twórczości science-fiction poszukiwanie niezamieszkałych światów uwieczniono dzięki sylwetkom nieustraszonych kapitanów statków kosmicznych podróżujących przez bezkres kosmosu lub jako inwazje przedstawicieli wyższych cywilizacji podbijających niżej stojące planety. Jednakże najbardziej efektowna z matematycznego punktu widzenia metoda jest mniej widowiskowa. Chodzi tu o wysyłanie w lot po galaktyce flot „sond von Neumanna” (nazywanych tak po Johnie von Neumannie, twórcy matematycznych praw tzw. samoreplikujących się systemów).

Sonda Von Neumanna to robot stworzony do podróży do odległych systemów planetarnych i tworzenia fabryk, w których będzie tworzyć tysiące swych kopi. Idealnym miejscem dla sond von Neumanna są jednak jałowe księżyce aniżeli planety, gdyż z satelity łatwiej startować. Sondy tego typu czerpałyby naturalne surowce danych ziem wydobywając m.in. żelazo i nikiel, aby uzyskać surowce niezbędne do budowy fabryki robotów. Stworzyłyby one tysiące swych kopii, które następnie udawałyby się w podróż do innych systemów gwiezdnych.

Podobnie jak mnożący się w ciele wirus, tak i niezliczone ilości sond von Neumanna rozchodziłyby się we wszystkich kierunkach poruszając się z prędkością ułamka prędkości

światła. W ten sposób nawet galaktyki o średnicy 100.000 lat świetlnych mogłyby zostać zanalizowane powiedzmy w ciągu pół miliona lat.

Jeśli sonda von Neumanna odnalazłaby ślady prymitywnego życia (np. niestabilnej, dzikiej cywilizacji Typu 0), mogłaby w uśpieniu przeczekać na powierzchni satelity, aż cywilizacja ta wyewoluuje w stabilną cywilizacją I Typu. Po kilku tysiącach lat oczekiwania, gdy cywilizacja, która osiągnęła wyższy status jest na tyle zaawansowana, aby zbudować księżycową kolonię. Fizyk Paul Davies z University of Adelaide wysunął nawet możliwość istnienia podobnego próbnika von Neumanna na naszym Księżycu, będącym śladem jego odwiedzin całe epoki temu.

NOWE ŚWIATŁO

Odkąd Kardaszew stworzył pierwotny ranking cywilizacji wielu naukowców starało się go udoskonalić i poszerzyć jego analizę w oparciu o najnowsze odkrycia, w tym nanotechnologię, biotechnologię, fizykę kwantową etc.

Nanotechnologia może dla przykładu ułatwić rozwój próbników Von Neumanna. Jak zauważył w swym eseju pt. „There’s Plenty of Room at the Bottom” fizyk Richard Feynman, żadna z zasad fizyki nie neguje budowy armii urządzeń o rozmiarze molekuł.

Davies spekuluje, że zaawansowana cywilizacja mogłaby zastosować nanotechnologię do budowy miniaturowych sond, których zadaniem byłaby eksploracja galaktyki i które mieściłyby się w ludzkiej ręce.

„Maleńkie sondy, o których mówię będą tak nierozpoznawalne, iż nie dziwiłby fakt, abyśmy żadnej z nich nigdy nie napotkali. Nie jest to coś, czym można podróżować po swym podwórku. Więc jeśli technologia rozwija się dosłownie w sposób „mniejsze, szybsze, tańsze” i jeśli tej zasady trzymają się inne cywilizacje, zatem możemy być otoczeni urządzeniami

rozpoznawczymi” – wyjaśnia Davies.

Co więcej, rozwój biotechnologii również otwiera coraz to nowe możliwości. Sondy te mogą zachowywać się jak organizmy i przekazywać dalej swe genetyczne informacje, mutując się i ewoluując w ten sposób, aby na kolejnym stopniu rozwoju rozwinąć swe zdolności jeszcze bardziej. Mogą także posiadać sztuczną inteligencję, aby przyspieszyć ich poszukiwania.

Także teoria informacji rzuca nowe światło na oryginalną analizę Kardaszewa. Projekt SETI w obecnej formie bada jedynie kilka częstotliwości radiowych i telewizyjnych wysyłanych przez cywilizację Typu 0. Bardziej efektywną niż nadawanie na jednej częstotliwości formą przesyłu informacji w kosmosie mogłoby być rozczłonkowanie wiadomości i nadanie ich na wszystkich częstotliwościach (np. przez podobną do fourierowskiej transformację) a następnie zrekonstruowanie sygnału, tylko że już po drugiej stronie. W ten sposób, nawet jeśli niektóre częstotliwości zostaną zanieczyszczone, przetrwa na tyle dużo z pierwotnej wiadomości, aby móc ją poprawnie zrozumieć. Jednakże cywilizacje Typu 0 odsłuchujące wiadomości tylko na jednej częstotliwości mogą usłyszeć bezsensowny szum. Innymi słowy, nasza galaktyka może być wypełniona informacjami od różnego typu cywilizacji zarówno II jak i III typu, jednak nasze radioteleskopy nie wychwytują niczego.

Ostatecznie istnieje także możliwość, iż cywilizacje II i III typu mogą być w stanie osiągać magiczną energię Plancka w swych pojazdach.

Energia ta jest kwadrylion razy większa od naszego najpotężniejszego akceleratora cząsteczek. Choć energia ta sama z siebie wydaje się być ideą czysto fantastyczną, znajduje się w zasięgu cywilizacji II lub III typu. Energia Plancka występuje jedynie w centrach czarnych dziur i w chwili Wielkiego Wybuchu. Ale ostatnie postępy w kwantowej grawitacji czy teorii superstrum powodują ponowne ożywienie się

zainteresowania fizyków energiami o niewyobrażalnej skali. Choć nie jest pewne, iż fizyka kwantowa pozwala na istnienie trwałych „dziur robaczych”, powstaje pytanie, czy zaawansowane cywilizacje mogą być w stanie poruszać się po kosmosie przez podobne „wrota”. Jeśli cywilizacje te opanowały z sukcesem podróże przez trwałe „dziury robacze”, zatem osiągnięcie impulsu właściwego wynoszącego miliony sekund nie jest problemem. Są to najprościej mówiąc skróty przez galaktykę. Z pewnością stanowią także przełomowy moment w przechodzeniu z cywilizacji II Typu w następny.

Pewnego dnia możliwości wydzierania dziur w czasie i przestrzeni mogą okazać się przydatne. Astronomowie analizujący światło płynące od odległych supernowych wysnuli wniosek, iż kosmos zamiast zwalniać, przyspiesza. Jeśli to prawda, może istnieć siła anty-grawitacyjna (prawdopodobnie einsteinowska stała kosmologiczna), która przeciwdziała grawitacyjnemu przyciąganiu się odległych galaktyk. Ale oznacza to również, iż kosmos rozszerzać może się aż do czasów „Wielkiego Chłodu”, gdy temperatury zbliżą się do zera absolutnego. Kilka ostatnich pism ukazuje, w jaki sposób wyglądać może ów ponury wszechświat, a będzie to żałosny widok: każda z cywilizacji, która przetrwa będzie sąsiadować z umierającymi blaknącymi gwiazdami neutronowymi i czarnymi dziurami. Wszystkie inteligentne formy życia muszą zginąć, kiedy umiera Wszechświat…

Rozmyślając o śmierci Słońca, filozof Bertrand Russel przelał na papier chyba najbardziej przygnębiające słowa w języku angielskim, jakie kiedykolwiek napisano: „Wszelkie wysiłki wieków, wszelkie poświęcenie, cała inspiracja, całe jasność południa geniuszu człowieka, skazane są na zagładę w niewypowiedzianym akcie śmierci systemu słonecznego, zaś cała świątynia ludzkich osiągnięć musi nieuchronnie spocząć pod szczątkami walącego się wszechświata”.

Dziś uświadamiamy sobie, że odpowiednio przygotowane rakiety mogą oszczędzić nas przed skutkami śmierci naszego Słońca,

która nastąpi za 5 milionów lat, licząc od teraz. Gdy nadejdzie ten dzień zawrze woda w oceanach a góry stopią się… Czy jednak będziemy w stanie uniknąć śmierci samego wszechświata?

Astronom John Barrows z Uniwersytetu Susses pisze: „Załóżmy, że kontynuujemy klasyfikację. Członkowie hipotetycznych cywilizacji Typów IV, V, VI i dalszych mogą być w stanie manipulować strukturami kosmosu na coraz większą skalę, obejmującą grupy, gromady i supergromady galaktyk.” Zatem cywilizacja wyższa od Typu III może być w stanie uciec od umierającego wszechświata przez dziurę w przestrzeni.

Niedawno fizyk Alan Guth, jeden z twórców teori inflacji kosmicznej, obliczył nawet ilość energii potrzebną do stworzenia wszechświata w laboratorium.

Oczywiście, aż do czasu gdy ktoś nawiąże kontakt z zaawansowaną cywilizacją, wszystko co zostało tu powiedziane jest czystą spekulacją opierającą się na zasadach fizyki i użytecznym przewodnikiem po tym, jak odnaleźć pozaziemską inteligencję. Jednak nadejdzie dzień, w którym wielu z nas wpatrywać się będzie w encyklopedię zawierającą spis setek podobnych do Ziemi planet w naszej części galaktyki. Potem zaś, jak Sagan, będziemy zastanawiać się, jak wygląda cywilizacja starsza od naszej o miliony lat.

Autor: Micho Kaku
Źródło oryginalne: mkaku.org
Źródło polskie i tłumaczenie: Infra.org.pl
Pierwsza publikacja w „Wolnych Mediach”: 01.02.2008 r.