

Астробиологията и парадоксът на Ферми: наистина ли сме сами във Вселената?

Автор: д-р Владимир Божилков,
катедра Астрономия, Физически Факултет, СУ

Внаблюдаемата Вселена има стотици милиарди галактики, всяка от тях населена с милиарди и милиарди звезди. Възможно ли е около нито една от тях да няма подходяща планета, върху която да се е развил живот или дори цивилизация? Ако животът на Земята не е създаден от свръхестествена сила и не е просто случайност в еволюцията, то би трябвало космосът да бъде препълнен с живот, а защо не и с други разумни видове и технологични цивилизации. Такива обаче сякаш липсват. Този проблем, известен като парадокс на Ферми, може би намира своя отговор в съвременната наука за живота и звездите – астробиологията, и с помощта на съвременните изчислителни центрове и суперкомпютрите...

В последните две години търсенето на планети около други звезди извън Слънчевата система, т.нар. екзопланети, доведе до откриването на

вече над 1800 обекта. Значителен успех е мисията Кеплер, изстреляна през август 2009 г. Повечето от откритите до момента тела попадат в категорията на т.нар. „сврѣхземите“ (SuperEarths), поради голямата си маса – близка поскоро до тази на Юпитер, отколкото на Земята. Въпрос само на време е да открием земеподобна екзопланета в диапазона 0.8-1.2 Земни маси. Такава планета дори може да попада в т.нар. зоната на обитаемост за съответната звезда т.е. да е на такова разстояние от звездата, че да има температура, подходяща за да поддържа вода в течно състояние. Кое е основното условие за съществуване на живот от земен тип. Подобно откритие би било огромен успех за науката, защото един от основните въпроси е дали животът, какъвто се е случил на Земята, е уникален и дали ние сме сами във Вселената. В крайна сметка, както твърди Карл Сейгън, би било огромна загуба на пространство, ако в Космоса сме само ние, нали така?



Карл Сейгън (1934 - 1996) е ученият зад проекта SETI

Все по-голяма част от учените са сигурни, че в нетолкова далечно бъдеще ще открием планета с микробиологичен живот. Но въпросът за сложните форми на живот и възможността за съществуване на други разумни видове в Космоса е неясен и труден. Проблемът е, че ние познаваме само един единствен разумен вид, който е възникнал и е създал технологична цивилизация – самите ние. Макар всички наши логични очаквания да са за наличие и на друг разумен живот в Космоса – такъв засега или няма, или може би просто не контактува с нас.

Ако има други технологични ци-

визации някъде в междузвездното пространство, каква е причината за подобно “мълчание”? Един от отговорите е, че последните може да са на много по-ниско или на много по-високо еволюционно ниво от нас. Възможно е също така евентуалните космически цивилизации да имат кратко време на живот и да се самоунищожават бързо, пропорционално на развитието на технологията – нещо, от което ние самите определено не сме много далече.

От друга гледна точка, съгласно антропният принцип и неговите вариации, съществува идеята, че “вселената е такава, каквато е, за да може да ни има нас, интелигентните наблюдатели”. Сравнително лесно е да предположим, че условията за развитие на сложен живот са трудни и е малко вероятно подобно нещо да се случи повече от веднъж. Следователно шансът да възникне друг разумен вид извън Земята клони към...нула. Такава хипотеза, известна като хипотеза за уникалната Земя, е много близка до антропния принцип. Подобен подход обаче е прекалено центриран в човека като висша форма на съзиданието и ни лишава от възможността да предлагаме други по-обосновани обяснения за видимата липса на други технологични цивилизации. А такива не липсват.

Астробиологията е нова интердисциплинарна наука, която, както подсказва името ѝ, съчетава астрофизика с биология. Нейна цел е изследването на закономерностите и услови-

“Накратко”: Парадоксът на Ферми или защо няма извънземни?

“Космосът е много по-голям от всичко, което сме си представяли. Ако сме сами в него, не е ли това ужасна загуба на пространство?”

Това казва Карл Сейгън и поставя един от основните въпроси в науката: “Сами ли сме?”. С думите си атакува антропния принцип. Физикът Енрико Ферми излага парадокса, станал известен в историята на науката като парадокс на Ферми, “Ако Вселената е пълна с живот, то къде е той? Защо не виждаме никой и Вселената мълчи?” Това е един от основните крайъгълни камъни на съвременната наука, който засега няма еднозначен отговор.

Развитието на еволюционната теория показва, че живот би трябвало да възниква навсякъде, където има подходящи условия. В астрономичен аспект, вече са открити голям брой езкопланети, по-тежки от Земята - т.нар. свръхземи. Въпрос на време е да се намери подходяща планета със земна маса, подходяща температура и с такива условия, че да можем да търсим земеподобен живот на нея.

Новата наука за живота извън Земята, астробиологията, вече борави с редица инструменти, за да провери дали сме сами в Космоса. Дали наистина сме просто уникално, или по-скоро случайно следствие в еволюцията? А може би Вселената е “мълчалива”, защото други цивилизации са се развили преди нас, но са се самоунищожили, точно както ние почти успешно се опитваме да направим през последните десетилетия?

Предложени са различни теории за възникване на живота – че е случайно и уникално събитие (хипотеза за “Рядката Земя”), или пък че се разпространява като вирус в Космоса (теория за панспермията). Нещо повече, връзката между еволюцията и енергийния обмен в дадена система доведе до ново разбиране, което може да обясни появата на разума и еволюцията на технологична цивилизация като следствие от принципа за нарастване на ентропията в дадена система.

На помощ и за проверка на тази идея идват мощните суперкомпютърни изчислителни центрове, чрез които можем да създадем компютърен модел на нашата Галактика и да проверим колко извънземни цивилизации биха могли да възникнат в нея и възможно ли е въобще комуникацията между тях.

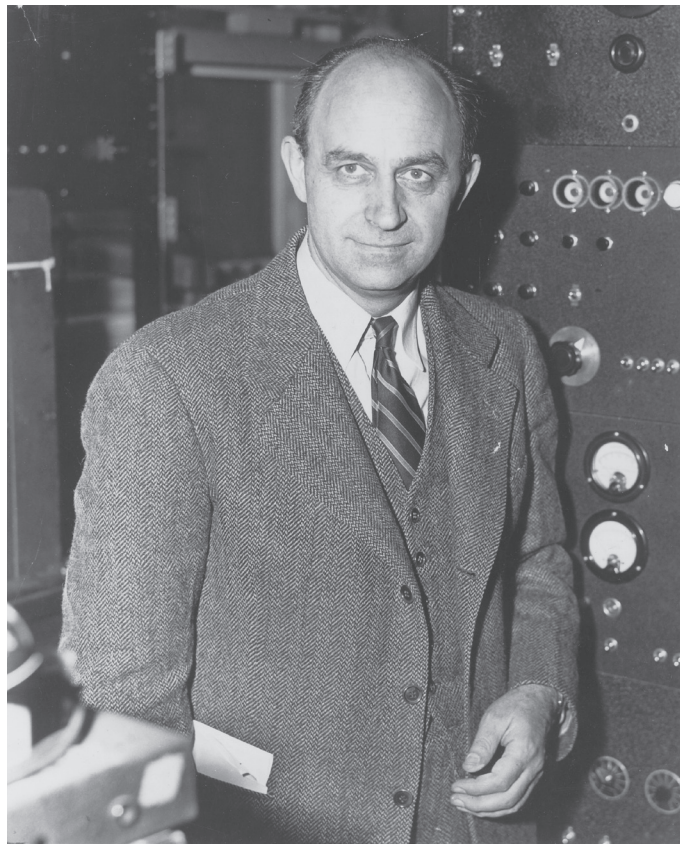


Франк Дрейк създава уравнения за потенциалния брой на цивилизациите в Космоса

ята за възникване на живот, подобен или различен от този на Земята, на други планети в Космоса. Повечето разработки и мисии са концентрирани основно върху търсенето на земеподобен живот, тъй като сме сигурни, че единствено земните условия са довели до възникване на живот и на технологична цивилизация. Други форми на живот, например на базата на метан, са възможни. Може би точно такива ще открием на спътника на Сатурн – Титан. Но от научна и практическа гледна точка не е обосновано да търсим форми на живот, които не знаем дали

изобщо и при какви условия биха могли да съществуват. Това е причината в тази статия и в анализа на проблема за обитаемост на планетите, да се търсят максимално подобни на земните условия. Затова ще говорим за търсене на живот от земен тип.

Разбира се, наличието на подходящи условия на дадена планета съвсем не гарантира задължително и наличието на живот. Всъщност в момента науката няма яснота как възниква животът първоначално, както и какви са условията и причините за



На Енрико Ферми дължим известният парадокс, който пита: ако ние не сме уникални, то къде са всичките други извънземни цивилизации?

направило доминантен вид и ни е позволило да променяме света на практика. Основният въпрос тогава е дали разумът е случайност или един вид грешка в еволюцията, или пък може да е естествено еволюционно стъпало? Предложени са няколко варианта.

Ентропийната хипотеза разглежда последната възможност и я обосновава чрез приложението на принципа за нарастване на ентропията в еволюцията. Какво означава това? Най-общо казано, ентропия наричаме физичната величина, която представлява мярка за подредеността в дадена система. Ентропията в една затворена

система може само да нараства. Колкото по-подредена е тази система, толкова повече енергия изисква тя, за да съществува. В този смисъл, животът е изключително силно анти-ентропиен поради факта, че живите форми, особено сложните, са много много подредени. Този факт е показан още от Нобеловия лауреат Ървин Шрьодингер през средата на миналия век.

Днес знаем, че енергийният обмен е основен за еволюцията и разбирането на процесите в дадена екосистема. Стремещът на всяка система към състояния с минимална енергия всъщност означава, че се предпочитат състоянията с максимална ентропия, т.е. с максимален хаос. Еволюцията може да се опише като “оцеляване на най-добрия репликатор” - оцеляват онези организми, които са максимално ефективни в консумацията на наличната свободна енергия в системата. Това обаче са именно онези видове, които максимално бързо и ефективно увеличават нейната ентропия.

Ако погледнем на действието, което ние като вид сме оказали върху нашата планета, изглежда, че технологичните цивилизации са изключително ефективни в консумирането на свободната енергия за минимално време. Следователно ние сме изключително добри в консумацията на ресурсите и наличната енергия и в увеличаването на ентропията на системата чрез нашите технологии и средства за масово унищожение. Тогава **възникването на разумния вид може да се раз-**

глежда като естествена стъпка в еволюцията, която има за цел да обезпечи закона за нарастване на ентропията т.е. максимално увеличение на хаоса за минимално кратко време. Следователно би трябвало разумните видове да възникват естествено и да развиват технология, ако разбира се са налични подходящите условия за еволюция на сложни форми на живот.

Но съдбата на подобни технологични цивилизации, определена от принципа на ентропията, най-вероятно е... самоунищожение. Ето защо Вселената може би “мълчи” т.е. нямаме получени сигнали от други цивилизации. Простата причина е, че повечето от тези цивилизации възникват, развиват се и приключват своя жизнен

път в относително кратки времеви интервали. Може би такава съдба очаква и нас самите?

Все пак, логично е да се запитаме, не е ли възможно част от тези видове да оцелеят и да избегнат самоунищожението. Ако такива има, то защо и от тях нямаме сигнал? В крайна сметка, самите ние излъчваме електромагнитни сигнали, които могат да бъдат засечени от потенциална цивилизация в Космоса. Защо да не можем да прихванем такъв “изтекъл” електромагнитен извънземен шум? Именно това е идеята на проекта SETI (Search for ExtraTerrestrial Intelligence – Търсене на извънземни разумни форми на живот), чиито автор и популяризатор е известният учен Карл Сейгън. За съжаление, проектът до момента не е



Към 2022 г. се очаква да заработи проектът за гигантския радиотелескоп SKA (Square Kilometer Array)

довел до открити извънземни цивилизации. Може би защото дадена извънземна свръхцивилизация не би искала да общува с нас, тъй като след няколко хиляди години нас най-вероятно няма да ни има и само ще изхабят ресурси за комуникацията.

Интересно събитие в търсенето на сигнали от Космоса се случва през 1960-те години, когато започва еуфорията със случаите на отвлечените от НЛО. За кратко учените наистина смятат, че са засекли друга цивилизация, излъчваща радиосигнали. Причината е, че били получени сигнали с голям интензитет и поразителна регулярност. Сякаш друга цивилизация изпращала кодирано съобщение! Оказало се обаче, че причината за тези радиосигнали са нов вид звездни обекти, т. нар. пулсари. Пулсарите са бързо въртящи се неутронни звезди, които равномерно на определен интервал, изхвърлят силен поток енергия. Ето затова те напомнят на комуникация, идваща от извънземен интелигентен източник. Но уви, не.

Въпреки това идеята да излъчим или да прихванем сигнал от Космоса далеч не е изоставена. През 2022 г. се очаква да заработи проектът за гигантския радиотелескоп SKA (Square Kilometer Array). Всъщност той ще представлява множество радиочинии, които ще работят синхронизирано и ще отговарят сумарно на радиотелескоп с диаметър от един квадратен километър. С такъв телескоп може да бъде изпратен сигнал с достатъчно сила, който, евентуално, би могъл да

бъде прихванат. Освен това, с него бихме могли и да “чуем” дали има някой на други планети, стига този „някой“ да използва подобна на нашата технология. А последното съвсем не е задължително.

Степента на развитие на дадена цивилизация може да се разгледа в зависимостта от енергията, която тя може да контролира. Това е т.нар. скала на Кардашев. Цивилизациите от първи тип могат да контролират и да използват енергията на своята планета. Ние почти сме достигнали този етап. Цивилизация от втори тип би могла да използва енергията на цялата Слънчева система, а от трети тип – енергията на цялата галактика. Ако има други цивилизации и те използват технология, различна от нашата (примерно комуникация с неутрино), то ние не бихме могли да ги открием чрез електромагнитно “подслушване”. Просто трябва да отидем и да ги видим пряко. Ето защо в момента учените активно търсят подходящи земеподобни планети, към които да насочат своите



Последните оценки показват, че във Вселената трябва да има стотици милиарди екзопланети. На някои от тях, може би има или е имало живот, подобен на земния

усилия в тази насока.

Дотогава обаче освен да чакаме, можем да използваме един друг инструмент, с който науката се сдоби сравнително скоро – суперкомпютрите. Чрез помощта на множество свързани процесори, е възможно да се извършват много бързо изключително сложни изчисления, които само допреди десетилетие бяха невъзможни. Могат да бъдат разработени много точни физични модели на различни процеси, от които да черпим информация. При това, без да се налага практически да извършваме експеримента пряко. Методът е много полезен, тъй като има обекти, които просто не можем да вкараме в лаборатория, като например модел на нашата Галактика.

И наистина – можем да направим компютърен модел, който отго-

варя максимално точно на нашата Галактика и е се управлява от физичните закони, които познаваме. След което можем да „населим“ модела със звезди и планети на базата на наблюдаваното им разпределение по маса и разстояние, което познаваме от астрофизиката. После можем да еволюираме живот на планетите, които отговарят на определени условия, съгласно биологичните нужди. В зависимост от параметрите за възникване и еволюция на живот, можем да тестваме най-различни хипотези. По този начин можем да проверим колко цивилизации биха могли да съществуват съгласно ентропийната хипотеза, и доколко е възможна комуникацията между тях. Такова изследване е направено от автора и д-р Дънкан Форган от Института за астрономия към Университета в Единбург и е публикувано в бр. 3 (Юли) от 2010г. в сп. *The International Journal of Astrobiology*. Популярно

подробно описание е публикувано в книгата на автора и доц. д-р Камен Нам „Живот и Вселена“ (изд. Магарт, 2010 г.). Съвсем накратко ще представя получените резултати, тъй като те дават добра представа за научния подход към проблема.

Използваният компютърен модел генерира галактика на базата на наблюденията за ма-



Пейзажът на една екзопланета може да е доста различен от земния...

Линия на времето: Търсене на живот в Космоса

1896 г. - Физикът Никола Тесла предлага, че радиовълните могат да се използват за контакт с извънземни цивилизации

1944 - Излиза книгата на Нобеловия Лауреат Ервин Шрьодингер "Какво е живот?" В нея се показва връзката между живота и ентропията. Животът е силно антриентропиен, тъй като живите организми са много подредени.

1950 г. - Физикът Енрико Ферми излага известния си парадокс: ако има безброй много цивилизации в Космоса, то къде са те? Защо изглежда, че в Космоса няма никой друг?

1960 г. - Франк Дрейк от университета в Корнел насочва 26-метров радиотелескоп в търсене на сигнали от космоса. На него дължим известното "уравнение на Дрейк" за потенциалния брой на извънземните цивилизации в космоса.

1961 г. - Първа конференция за проекта SETI.

1980 г. - Карл Сейгън и други колеги основават Американското планетарно дружество. (U.S. Planetary Society)

1999 г. - Стартира проекта SETI@Home, при който доброволци от цял свят участват със своите компютри в анализа на данни от радиотелескопите.

2003 г. - Започва да се осъзнава връзката между ентропията, свободната енергия и информационната теория в биологията.

Август 2009 г. - Изстреляна е мисията Кеплер, която търси земеподобни екзопланети. До момента има открити над 1800 такива тела.

2009 г. - Появяват се редица компютърни модели, които симулират различни теории за възникване и развитие на технологични цивилизации в Космоса. Ентропийната хипотеза за развитие на разума е тествана с помощта на суперкомпютър, научната работа е публикувана през 2010 г.

сата и разпределението на звездите и планетите в нашия Млечен път. В този смисъл, това е компютърна симулация на Млечния път. След което правим извадка и избираме само онези планети, които попадат в съответна зона на обитаемост за дадена звезда от модела. Върху всяка една от тези планети еволюираме живот на базата на стохастични уравнения. Използваме различни параметри, които отговарят на дадена хипотеза (за панспермията, за ентропията или просто контролна хипотеза). След това за всяка планета се генерира индекс на обитаемост, означен с „I“. Той описва историята на еволюцията на живота. Накрая получаваме числени данни, които можем да сравним. Смисълът на индекса I е следния:

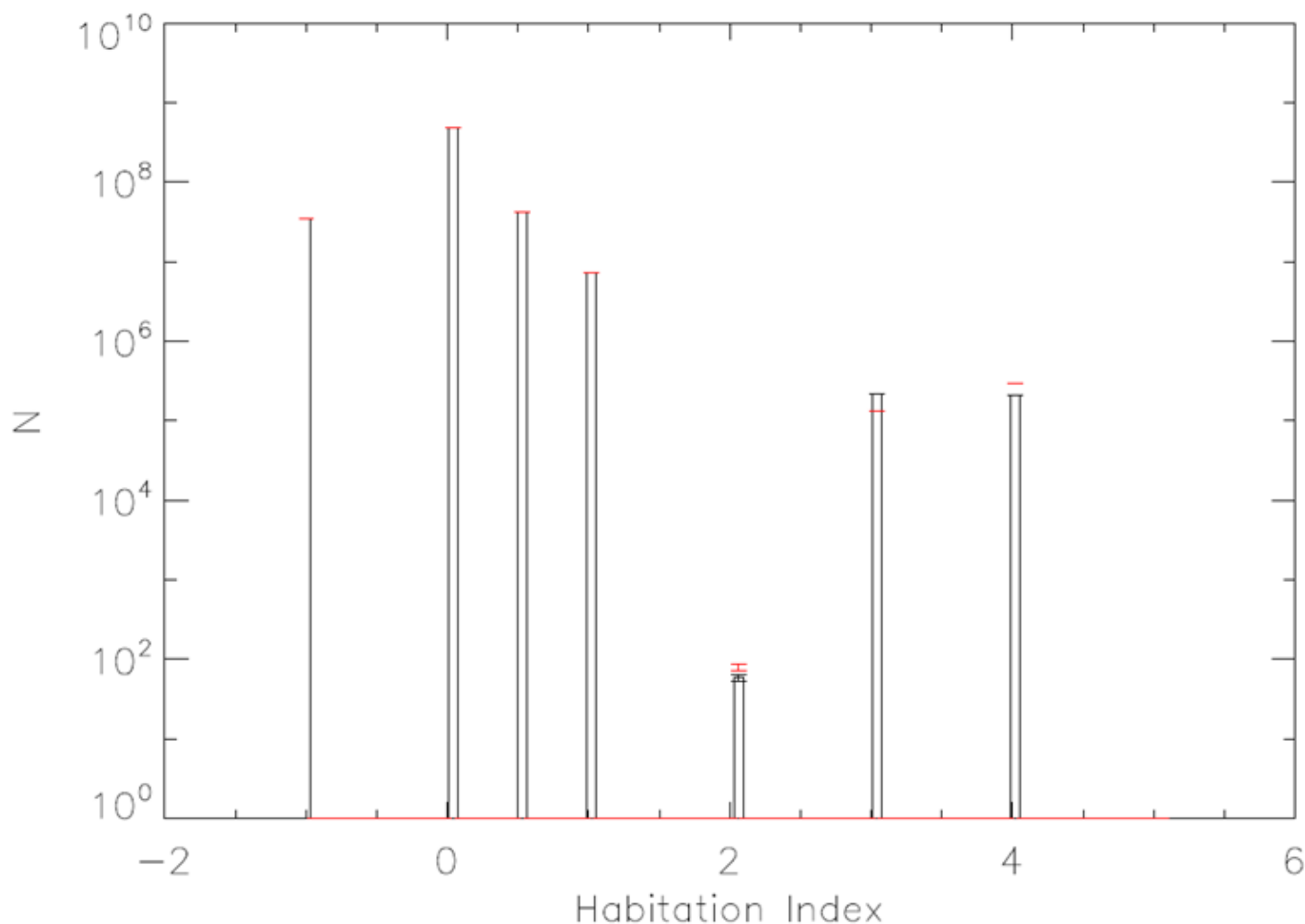


Произходът на живота все още е забулен в тайна. Възможно ли е да има планети с друга биохимия, довела до алтернативна биология?

$I_{inhabit} =$	{	-1	Имало е биосферата, но е била унищожена
		0	Планетата няма живот
		0.5	Планетата има микроживот
		1	Планетата има примитивни форми живот
		2	Планетата има развит разумен живот
		3	Планетата е имала развит разумен живот, но той се е самоунищожил
		4	Планетата има развита свръхнапреднала цивилизация

Имаме нужда още и от базисна (контролна) хипотеза за сравнение. Затова ще приемем простичкия модел, че микроживот възниква ако планетата е в звездната зона на обитаемост и ако температурата е в границите [0, 100°C]. За сложен живот е достатъчно само температурата да е в интервала [4,50°C]. Ще сравним тази хипотеза с

ентропийната. При нея след достигане на определен интервал от време, вероятността за самоунищожение рязко нараства, право пропорционално с развитието на технологията на дадена цивилизация. Резултатите са показани на фигура 1.



Фигура 1. Индекса на Обитаемост I за Ентропийната (с червено) и контролната (с черно) хипотези. Легендата за I е дадена в текста.

Важното от графиката е да забележим, че независимо от хипотезата – базовата или ентропийната, много от планетите изобщо не са обитаеми (т.е. с индекс $I = -1$ и 0). Върху значителна част от онези, на които все пак възниква живот, той е под формата на бактерии. А ако все пак възникне цивилизация, то тя най-често се самоунищожава ($I=3$). Въпреки това и при двата сценария, се появяват около 100 технологични цивилизации с индекс 2 т.е. на нашето технологично ниво. Дори възникват и цивилизации с по-

развита технология ($I=4$), които могат евентуално да увеличават ентропията на системата дори по-бързо от нас, може би повличайки цели планетни системи по време на гибелта си. И все пак, резултатите показват, че изглежда не сме сами във Вселената... тогава защо тези цивилизации не комуникират помежду си? Или може би не комуникират само с нас?

За да изследваме възможността за контакт в модела, въвеждаме т.нар. фактор за контакт. Той показва доколко е възможно да бъдат обменени успешно сигнали със скоростта на светлината между две цивилизации в зависимост от физичното разстояние

“Ентропийната хипотеза”

Еволюцията може да се разглежда като оцеляване на най-добрия репликатор т.е. оцеляване на организмите, които максимално бързо и максимално ефективно ще могат да консумират наличната свободна енергия в дадена система. Това е основата на въвеждането принципа на ентропията в еволюционната теория. Видовете, които консумират повече, увеличават по-ефективно ентропията т.е. хаоса на система.

Макар животът да е силно антиентропиен, действието им към околната среда (т.е. консумацията) увеличава ентропията. Видовете, които максимализират ентропията най-ефективно за най-кратко време, имат еволюционно предимство. В този смисъл разумният вид може да се разглежда като естествено стъпало в еволюцията, тъй като той може да увеличи ентропията на системата в глобален аспект най-ефективно и то за минимално време, чрез консумацията на средата и самоунищожението си.

От тази гледна точка, разумните видове биха могли да възникват там, където има всички необходими условия за възникване на сложни форми на живот, но техният жизнен път е доста кратък и най-вероятно обречен на самоунищожение, в изпълнение на принципа на ентропията. Това не е никак добра перспектива за нас самите и показва, че може би самоунищожението е вродено в нашата природа. Може би и затова не виждаме никой друг разум в наблюдаемия космос – просто животът на една технологична цивилизация може би е прекалено кратък етап в еволюцията.

между тях. За съжаление, броят на успешните сигнали в компютърната симулация клони към нула, тъй като разстоянията между две цивилизации са огромни спрямо средното им време на живот. Това на практика означава, че Вселената наистина може да е пълна с живот, но технологичната цивилизация е сравнително кратък еволюционен етап.

Всъщност именно това е важния отговор, който получаваме. При почти всички съвременни теории излиза, че живот в Космоса трябва да има. С напредъка на новата интердисциплинарна наука астробиология разбираме, че дори раждането на технологична цивилизация може да е естествена еволюционна стъпка. Но разумът изглежда идва с определена цена – опасността от самоунищожение и жаждата за максимална консумация на околната среда.

Homo sapiens изпълнява активно и доста добре този принцип. Ние не на шега се доближаваме до момента, в който технологиите ни могат да бъдат използвани за масово (себе)изтребване на вида, дори вследствие на техническа грешка или авария. Но ако това поведение е част от природния еволюционен механизъм, то ние имаме нелеката задача да променим драстично начина, по който действваме към околната среда. И то наистина бързо.

За автора: Владимир Божилов е доктор по астрофизика и астрономия, съавтор заедно с Камен Нам на книгата

„Живот и Вселена“ и научен редактор на сп. ВВС ЗНАНИЕ. Вариант на тази статия е публикувана в брой 18 на сп. ВВС ЗНАНИЕ.



[Повече за автора в брой 63 - Владимир Божилов докторант по астрофизика - интервю](#)

Библиография:

- Bozhilov, V., Forgan D.H., 'The Entropy Principle, and the Influence of Sociological Pressures on SETI', IJA, (2010), 9, pp 175-181
 Carter B., 2008, International Journal of Astrobiology, 7, 177
 Dawkins R., 1990, The Selfish Gene. Oxford University Press, USA

- Forgan D.H., 'A Numerical Testbed for Hypotheses of Extraterrestrial Life and Intelligence', IJA, (2009), 8, pp 121-131
- Forgan D.H., Rice W.K.M., 'Numerical Testing of the Rare Earth Hypothesis using Monte Carlo Realisation Techniques', IJA, (2010a), 9, pp 73-80
- Forgan D.H., Nichol R.C., 'A Failure of Serendipity: the Square Kilometre Array will struggle to eavesdrop on Human-like ETI', IJA, (2010b)
- Jaakkola, Salla El-Showk, Sedeer Annila, Arto 2008, eprint arXiv:0807.0892
- Jaakkola, Salla Sharma, Vivek Annila, Arto 2009, eprint arXiv:0906.0254
- Kaila V. R., Annila A., 2008, Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 464, 3055
- Kardashev, N.S. 1964, Soviet Astronomy, 8
- Nam K., Bozhilov V., 2009, in Proceedings, Fifth International Conference Global Changes: Vulnerability, Mitigation And Adaptation Intelligence and Evolutionary Mechanisms: Origin and Influence on the Ecosystems. pp 156-159
- Vogt, Steven S.; Butler, R. Paul; Rivera, Eugenio J.; Haghighipour, Nader; Henry, Gregory W.; Williamson, Michael H., 2010. „The Lick-Carnegie Exoplanet Survey: A 3.1 M_{Earth} Planet in the Habitable Zone of the Nearby M3V Star Gliese 581“.
- Ward P., Brownlee D., 2000, Rare Earth : Why Complex Life is Uncommon in the Universe
- Würtz P., Annila A., 2008, Journal of biophysics, 2008, 654

БГ Наука е бесплатно, защото знанието трябва да достига до всеки.

БГ Наука е електронно издание, за да може всеки българин по света да има достъп до него.

НАПИШИ И ИЗПРАТИ СВОЯ СТАТИЯ!

<http://nauka.bg/forum/index.php?showtopic=16174>